...kich.

№ 351 PRAWDA A PRACA Cena 45 kop.

A. Sprockhoff.

FIZYKA

W DZIEDZINIE ŻYCIA POWSZEDNIEGO

przeł. i uzupełnił **K. Sporzyński**

351

Wydawnictwo **M. ARCTA** w Warszawie

w Galicji 120 hal.


V
B J
C

KSIĄŻKI DLA WSZYSTKICH

A. Sprockhoff.

FIZYKA

W DZIEDZINIE

ŻYCIA POWSZEDNIEGO

przełożył i uzupełnił

Ksawery Sporzyński

Kand. nauk przyr.

z 93 rysunkami

WARSZAWA
NAKŁADEM I DRUKIEM M. ARCTA

1906

OD TŁÓMACZA.

Autor niniejszego dziełka wychodzi z *założenia*: „od rzeczy znanych do nieznanych, od bliskich do dalekich, od prostych do zawiłych, od poszczególnych do ogólników". Zdanie to krótko i wyraźnie zaznacza cel i układ pracy. Wdrożenie pojęć fizycznych jest sprawą dość trudną i długą; nie można tedy obrać lepszej drogi, jak zwracając uwagę na przedmioty, narzędzia i zjawiska, jakie spotykamy na każdym kroku.

Zachowując cały układ i treść dziełka Sprockhoffa, tłómacz uważał za stosowne porobić miejscami drobne zmiany i uzupełnienia, gwoli usunięcia pewnej pedanteryi szkolnej, jaką trąci oryginał, a także w celu wprowadzenia nowych, spółczesnych poglądów na

istotę zjawisk, co autor nie zawsze uwzględnia.

Najmłodszej dziedzinie fizyki, elekkryczności, poswięcono tu stosunkowo niewiele miejsca, nie odgrywa ona bowiem w życiu powszedniem roli tak doniosłej, jak zjawiska mechaniczne, ciepło i światło.

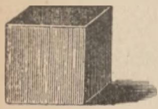
I. Z MECHANIKI OGÓLNEJ.

1. Ciała.

Spostrzeżenia. Kostka do gry, kawałek kredy, klucz, cegła, woda w szklance i wogóle każda rzecz zajmuje pewne miejsce, czyli pewien obszar; kostka robi się z kości albo drzewa, klucz z żelaza, cegła z gliny, w ogóle każda rzecz składa się z jakiejś materyi, każda jest ograniczona ze wszystkich stron, każda ma pewną długość albo wysokość, szerokość i grubość albo głębokość.

1. Kostka, kreda, klucz, cegła, woda są *ciałami*. Ciałem w nauce zowie się wszystko, co zajmuje pewien obszar, zewsząd ograniczony; obszar ten stanowi *objętość* ciała, a to, z czego się ciało składa, nazywa się *materyą*. Ciało więc jest cząstką materyi; posiada 3 *wymiary*, które mogą być jednakowe (kostka,

rys. 1) albo niejednakowe (cegła). *Granice* ciała stanowią ściany, krawędzie i kąty czyli rogi.

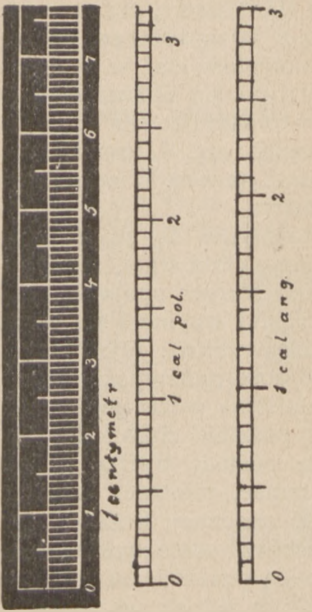


rys. 1.

Wymiary ciał oznacza się powszechnie w miarach *dziesiętnych* czyli *metrycznych*, których podstawą jest miara francuska *metr* (m.); dzieli się on na 10 decymetrów (dm.), decymetr na 10 centymetrów (cm.), centymetr na 10 milimetrów (mm.), czyli 1 m. = 10 dm. = 100 cm. = 1000 mm. Do większych wymiarów służy kilometr (km.) = 1000 metrów.

U nas w życiu powszedniem do oznaczenia wymiaru ciał używa się dotychczas *łokcia* (= 576 mm.), króry się dzieli na 24 cale, a cal na 12 linij (linia pol. = 2 mm.), oraz *stopy* angielskiej (=rosyjskiej=305 mm.), która się dzieli na 12 cali, a cal na 10 linij (linia ang. = $2^1/_2$ mm.). Zatem 1 metr = $1^3/_4$ łokcia = $3^1/_3$ stopy ang. Do większych wymiarów służy mila = 7 wiorstom; 1 wiorsta = prawie 1 km. Porówn. miary na rys. 2.

Objętość ciał oznacza się w metrach sześciennych, decymetrach sześc. i cen-



rys. 2.

tymetrach sześc:; powszechnie używany *litr* = 1 decymetrowi sześc. Metr

sz. jest kostką czyli sześcianem, którego każdy bok ma długość 1 m.; objętość jego wynosi 10 $\times$ 10 $\times$ 10 = 1000 dm. sz. czyli 1000 litrów, podobnież 1 litr = 10 $\times$ 10 $\times$ 10 = 1000 cm. sześć.

U nas objętość ciał w życiu powszednieem wyraża się w *kwartach* (kwarta polska = to samo co litr fr. = 1000 cm. sz.); garniec ma 4 kwarty = 4 litry, a korzec 32 garnce. Wiadro ros. = prawie 12 litrom.

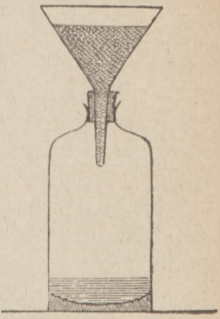
2. Stosownie do *stanu skupienia*, rozróżniamy ciała stałe, płynne i lotne. W ciałach *stałych* spójność, t. j. siła, z jaką cząstki trzymają się wzajemnie, jest bardzo wybitna; *płyny* czyli *ciecze* mają spójność nadzwyczaj słabą; *gazy* czyli ciała *lotne* wcale jej nie okazują.

Ażeby podzielić ciało stałe lub nadać mu inną postać, trzeba je uderzać, gnieść, łamać, piłować, wogóle użyć siły dość znacznej; każde z tych ciał ma właściwą sobie *postać* i *objętość*. Płyny mogą wprawdzie tworzyć krople, w zwykłych jednak warunkach rozlewają się, przyjmując kształt naczynia; nie mają one własnej postaci, zacho-

wują tylko objętość. Gazy w stanie wolnym, t. j. nie zamknięte, nie posiadają ani postaci, ani objętości własnej, lecz rozchodzą się w obszarach bez granic; własność ta zowie się *rozprężliwością*.

2. Główniejsze własności ciał.

Doświadczenia i spostrzeżenia. Skoro w tem samem miejscu, gdzie się znajduje jakieś cialo np. stół, świeca, chcemy umieścić inne ciało, trzeba pierwcj tamto usunąć.— Do szklanki, napełnionej po brzegi wodą, wrzuca się ostrożnie kamień; woda się przeleje.—Gdy do flaszki wstawimy szczelnie lejek, np. przez korck przewiercony (rys. 3), i lać będziemy wodę, to woda zbierze się w lejku, nie przenikając do flaszki, chyba w bardzo małej ilości.



rys. 3.

1. Każde ciało zajmuje pewną, ściśle ograniczoną część przestrzeni. W tem miejscu, gdzie jest jakieś ciało, inne ciało jednocześnie być nie może; ciała więc

są *nieprzenikliwe.*—W gąbkę, w cukier-w drewno woda wsiąka; mają one w sobie drobniutkie przestwory próżne, czyli *pory*; ciała są *porowate* czyli *dziurkowate.*—Każde ciało można podzielić na części coraz mniejsze; ciała są *podzielne.* — Niema ciała, btóreby się nie dało poruszyć; ciała są *ruchome.* — Kamień, szyba, kropla wody puszczone spadają na ziemię, a skoro im coś spadać przeszkadza, wywierają ucisk; ciała są *ciężkie.*

2. Nieprzenikliwość, dziurkowatość, podzielność, ruchliwość, ciężkość stanowią wrodzone cechy czyli *własności* ciał. Można się przekonać, że własności te należą do wszystkich ciał bez wyjątku; są to więc *własności ogólne*, zarazem stałe, niezmienne.

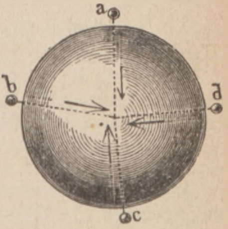
Oprócz nich każde z ciał posiada jeszcze rozmaite własności, któremi się różni od innych ciał, np. wielkość, postać, kolor, twardość; takie własności *poszczególne* są zmienne, niestałe.

3. Siła ciężkości.

D o ś w. i s p o s t r z. Piłka, cegła, deska, wypuszczone z rąk, albo zepchnięte ze stołu,

spadają na dół; podobnież spada kropla wody, atramentu, oleju z flaszki wysączona. — Leżąc lub stojąc spokojnie, każde ciało wywiera ucisk na powierzchnię, na jakiej spoczywa; koła wozu, nogi człowieka zapadają w miękkiej ziemi i zostawiają ślady.

1. Wszystkie ciała na ziemi dążą ku jej środkowi (rys. 4), o ile ich nic nie podtrzymuje; na podporę zaś wywierają ciśnienie. Ruch ciał ku ziemi nazywa się *spadkiem*, a ciśnienie ciała na podstawę nazywa się *ciężarem* albo *wagą*.



rys. 4.

2. Ziemia przyciąga wszelkie ciała; siła przyciągająca zowie się *ciężkością*. Działa ona na wszystkie bez wyjątku ciała, ale w rozmaitym stopniu, stąd ciała bywają niejednakowo ciężkie.

Przyczyna tej rozmaitości polega na różnej *ilości cząstek* w ciałachczyli różnej ich *masie*. Im więcej cząstek materyi zawiera ciało w sobie, tem silniej ziemia je przyciąga, tem większy ma

ono ciężar; im mniej cząstek, tem bywa lżejsze. Na jednakowe masy działa siła ciężkości jednakowo; tak więc, z ciężaru ciała można wnosić o ilości cząstek w nim zawartych.

4. Ciężar ciał.

Dośw. i spostrz. Podnosząc rozmaite przedmioty, czujemy, jak są ciężkie. Kołek drewniany i żelazny tej samej wielkości mają wagę niejednakową; podobnież szklanka wody i równa szklanka miodu. Można porównać ciężar wszelkich ciał z ciężarem jednego ciała, dowolnie obranego; do tego służy ważenie i przyrząd, zwany wagą.

1. Ciężar ciała jest to ciśnienie na podstawę, jaka je dźwiga; ciężar rośnie wraz z masą ciała. Im gęściej cząstki materyi leżą w ciele, tem ono jest cięższe; stąd ciała równej objętości miewają rozmaite ciężary.

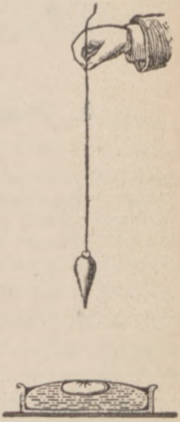
2. Ilość cząstek w ciele, ilość materyi oceniamy według ciężaru. Do oznaczania ciężaru ciała służą kawałki metalu, obrobione zgrabnie, i mające wagę oznaczoną; zowią się one *ciężarkami* albo *gwichtami*. Ciężarki więc są miarą wagi ciała czyli siły ciężkości.

Zasadę takiej miary stanowi *gram* (g.) waga wody w objętości 1 centymetra sześć. (wyobrażona w naturalnej wielkości na rys. 1); kilogram. (kg.) = 1000 gramom, jest to waga 1 litra wody. W naszem ważeniu handlowem używa się funta (= 400 gramom), który się dzieli na 32 łuty (łut = prawie 13 g.).

5. Pion.

Dośw. i spostrz. Uwiązuje się do sznurka ciężarek, np. kulkę ołowianą, i trzymając za drugi koniec sznurka, puszcza się ciężarek; zawisa on na sznurku i wypręża sznurek w kierunku, w jakim spada na ziemię. Sznurek więc obciążony wskazuje kierunek, w jakim ciało spada.

1. *Pion* składa się z ciężarka, zawieszonego na sznurku; wskazuje *kierunek pionowy*, t. j. kierunek do środka ziemi. Według tego kierunku oznacza się



rys. 5. Pion i libella.

wszelkie inne; sprawdza się np., czy ściany domu i słupy są pionowe, wtedy bowiem najmocniej stoją; powinny jednakowo odstawać od sznurka u góry jego i u dołu. Zwykle pion ma postać wałeczka, zaostrzonego u dołu (rys. 5).

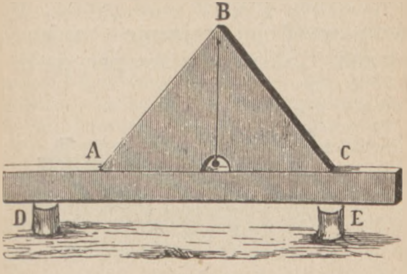
2. Do mierzenia głębokości morza używa się pionu znacznych wymiarów, gdzie ciężka bryła ołowiana albo żelazna wisi na długiej linie. Pion taki zowie się *ołowianką*; im jest cięższy, tem lepiej wypręża linę pionowo, pomimo prądów morskich.

6. Węgielnica i libella.

Dośw. i spostrz. Zawiesza się pion u wierzchołka deszczułki w kształcie trójkąta równoramiennego i uważa się, czy pion przypada w środku podstawy, skoro deszczułka opiera się na ziemi lub na stole.

1. Narzędzie, złożone z deszczułki trójkątnej, równoramiennej, i piona, wiszącego u jej wierzchołka, ma nazwę *węgielnicy* (rys. 6). Na środku podstawy zrobiono wycięcie, jako miejsce dla pionu (ciężarka), a od tego środka do

wierzchołka oznaczono na deszczułce linię prostą; linia ta jest prostopadła do podstawy, t. j. tworzy z nią kąt prosty.

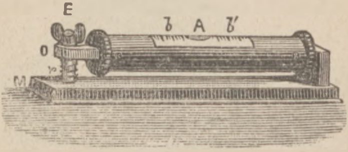


rys. 6. Węgielnica.

Kierunek prostopadły do pionu zowie się *poziomym*. Kierunek taki ma podstawa deszczułki, skoro pion przypada na środek wycięcia, a nitka wtedy zgadza się z linią zaznaczoną. Kierunek poziomy ma powierzchnia wody spokojnej, a w wielu miejscach i ziemia gładko ubita. Węgielnica służy przy układaniu belek, robocie dróg bitych i żelaznych i t. p.

2. Do robót dokładniejszych używa się innego narzędzia, zwanego *libellą*

(rys. 7, oraz 5, u dołu). W metalowej oprawie mieści się rurka szklana, cokolwiek wygięta ku górze; rurka zawiera wodę prawie do pełna, tylko drobną część jej zajmuje bańka powietrzna. Skoro bańka przypada po-



rys. 7. Libella.

środku rurki, czyli w najwyższem jej miejscu, znaczy to, że narzędzie stoi poziomo; najmniejsze pochylenie sprawia, że bańka powietrza posuwa się na prawo lub na lewo, wskazując, gdzie jest wyżej. Libella służy do *niwelowania*, t. j. dokładnego wyznaczenia poziomu wód, ulic, dróg, mostów i t. p.

7. Bezwładność.

Dośw. i spostrz. Książka na stole sama nie może się poruszyć; leży dotąd, póki

ktoś lub coś jej miejsca nie zmieni. Kula, puszczona po podłodze, toczy się, póki jej coś nie zatrzyma. — Nalewa się wody pełno w szklankę, trzymając ją przy sobie, następnie szklankę odsuwa się raptownie; woda w pierwszej chwili poruszenia przelewa się przez tylny brzeg, a w chwili zatrzymania — po za przedni brzeg szklanki. — Kto biegnie cwałem, nie może stanąć odrazu.—Jadąc w powozie, pochylamy się naprzód, gdy się powóz raptem zatrzyma a my, wyskakując w pędzie, biegniemy przymusowo kilka kroków.

1. Ciało spoczywające pozostaje w spokoju dotąd, póki jakaś obca przyczyna go nie poruszy; to trwanie w spoczynku zowie się *bezwładnością* (inercyą). Ciało, będące w ruchu, trwa w tym ruchu dotąd, póki jakaś przeszkoda go nie zatrzyma albo nie zmieni tego ruchu; w tym razie zachowanie ruchu także jest *bezwładnością*. Tak więc bezwładność polega na trwaniu ciała w tym stanie, w jakim ono było poprzednio.

2. Bezwładność odgrywa dużą rolę na każdym kroku; trzeba się z nią liczyć przy wielu robotach rzemieślniczych, przy chodzeniu, jeżdżeniu, pływaniu. Gdyby pociąg kolejowy nagle za-

trzymano w biegu, przez zahamowanie lokomotywy, wagony wpadłyby na nią i zmiażdżyły się. Wyskakiwać z tramwaju trzeba w stronę jazdy, t. j. twarzą do koni, inaczej pada się na wznak. — Dlaczego?

3. Skoro na ciało w ruchu działa jakaś siła w tym samym kierunku, ciało biegnie coraz prędzej; ruch taki jest *przyśpieszony*. Przykładem pociąg, który dopiero co ruszył ze stacyi, a także ciała spadające.

8. Spadek i rzut ciał.

Dośw. i spostrz. Piłka wypada z ręki i leci na dół, skoro się ją wypuści; podobnież dzieje się z kamieniem, słomką, korkiem. — Łapiąc piłkę, wyrzuconą wysoko, czujemy mocniejsze uderzenie, niż wtedy, gdy piłka spada z małej wysokości.—Drobny kamyczek lub grad, uderzając z wysoka, rani dotkliwie. — Zeskakiwanie z wysokości kilku metrów daje już silne wstrząśnienie. — Wyrzucony z największą siłą w górę kamień, wystrzelona kula, zawsze spada na ziemię.

1. Ciało, pozbawione oparcia, spada na ziemię, ponieważ *kula ziemska przyciąga* je w kierunku pionowym.

2. Szybkość ciała spadającego rośnie w miarę jak ono zbliża się do ziemi; obok bezwładności bowiem ciała lecącego, działa tu wciąż siła ciężkości. Im większa jest wysokość, z jakiej ciało spada, tem prędzej leci, dosięgając ziemi, i tem mocniej uderza.—Zastosowania: „baba'' do wbijania pali w dno rzeki; ustawianie armat na wzgórzach.

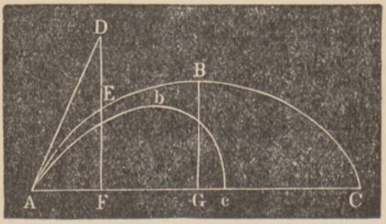
3. Każde ciało, wyrzucone choćby najwyżej, powraca na ziemię. Wylatuje w górę z powodu siły rzutu, a spada pod wpływem siły ciężkości czyli przyciągania ziemskiego.

Od ziemi do góry ciało leci coraz wolniej, gdyż siła ciężkości przeciwdziała sile rzutu i wreszcie, jako siła ciągła, przezwycięża ją; w tej chwili ciało dosięga najwyższego punktu, poczem spada ruchem przyśpieszonym.

Ciało, rzucone pionowo w górę, spada w to samo miejsce. Spadając, ciała mają tę samą szybkość, z jaką je wyrzucono. Ciało rzucone poziomo lub ukośnie, nie leci prosto, ale stopniowo zbacza coraz więcej od linii rzutu, aż spada w innem miejscu ziemi. Droga

krzywa, jaką ciało przy tem zakreśla, zowie się w matematyce *parabolą*.

Na rysunku 8 linia AD oznacza kierunek rzutu, a FD wysokość, do jakiej doszłoby ciało w braku siły ciężkości. W rzeczywistości ciało nie dosięgnie



rys. 8. Parabola.

punktu D, ani też nie zakreśli łuku koła ABC i nie dojdzie punktu E, ale tę wysokość osiągnie w *b*; rzeczywistą drogą ciała będzie *A b c*, i ciało spadnie w *c*.

Badanie rzutów ciał ma ogromne znaczenie w nauce wojskowej, zwanej *balistyką*, gdzie szczegółowo rozważa się lot i uderzenie pocisków, zwłaszcza armatnich. Na dużą odległość nigdy

się nie mierzy z broni palnej prosto do celu, ale wyżej w miarę odległości, i stosownie do niej nastawia się celownik na lufie.

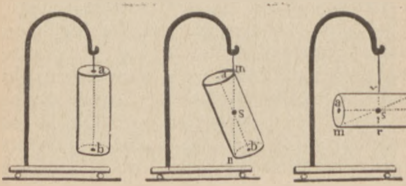
9. Równowaga.

Dośw. i spostrz. Książkę można utrzymać na końcu palca, skoro się oprze w stosownem miejscu. — Jeżeli książka spoczywa na kilku palcach, albo na dłoni, wtedy leży pewniej.—Na płaskiej stronie książka leży mocno, na boku postawiona łatwo się przewraca.— Wszelkie sprzęty, które mają stać dobrze, mają szeroką lub ciężką podstawę.—Zapaśnicy, zmagający się z sobą, przybierają coraz to inną postawę, aby się nie dać obalić. — Człowick, niosący tłomok na grzbiecie, pochyla się naprzód.

1. W każdem ciele mieści się punkt, dokoła którego wszystkie części mają wagę jednakową, a skoro się w tym punkcie ciało podeprze, pozostanie ono w każdem położeniu, jakie mu nadamy; znaczy to, że ciało ma *równowagę*. Punkt pomieniony, gdzie jednoczy się jakby ciężar całego ciała, nazywa się *środkiem ciężkości*.

Do równowagi ciała potrzeba, aby środek ciężkości był oparty w jakibądź

sposób. Łatwo to osiągnąć przez zawieszenie np. wałeczka drewnianego (rys. 9, 10, 11). Czy zaczepimy go na nitce w punkcie *a*, czy w *m*, czy w *v*, zawsze wałek po kilku wahaniach przyjmie pewne stałe położenie, w którem środek ciężkości *s* znajdzie się *pod* punktem zaczepienia na linii pionowej (*a*,



rys. 9, 10, 11. Równowaga.

b, *m*, *s*, *v*, *s*); linia taka zowie się *linią ciężkości*. Ażeby więc oznaczyć środek ciężkości, trzeba zauważyć punkt, gdzie spotykają się z sobą linie ciężkości, wyznaczone przy zawieszaniu ciała w rozmaity sposób. W walcu leży on pośrodku, t. j. w połowie wysokości.

2. Im więcej posiada ciało punktów oparcia i im więcej części ciała leży

wprost nad niemi, tem lepiej ciało stoi; im większa cząstka ciała przypada z boku nad powierzchnią oparcia, tem ciało stoi słabiej. — Świeczniki, lampy mają szeroką i grubą podstawę, aby jak najwięcej części znajdowało się nad nią pionowo; podobnież filary, posągi, fundamenty. Stoły i krzesła o czterech nogach, stoją mocniej, niż oparte tylko na środku.

3. Ciała, mające bardzo szczupłe oparcie, jak np. człowiek na szczudłach, cyklista na rowerze, skoczek na linie, kij postawiony na palcu, muszą być w ciągłym ruchu, aby nie upadły; poruszać się powinny tak, aby się wahały koło środka ciężkości, t. j. podpora zmienia miejsce, aby wciąż przypadała na linii ciężkości. Dlatego też trudno długo ustać na nogach całkiem nieruchomo; a zwłaszcza na jednej nodze.

10. Wahadło zegarowe.

Dośw. i spostrz. Kulka ołowiana, zawieszona na nitce, wypręża nitkę pionowo. Skoro się kulkę odchyli i puści, buja się ona wciąż

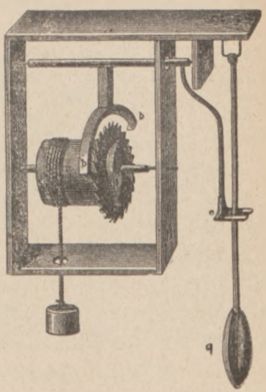
w jednym kierunku, zbaczając równo to w jedną, to w drugą stronę od położenia pionowego.

1. Wahadło składa się z ciężarka, wahającego się koło pewnego punktu, czyli stanowi pion wahający się. Ciężarek może być zawieszony na sznurku, drucie lub na grubym pręcie; to ostatnie, *wahadło sztywne*, stosuje się do zegarów.

Ciągłe i równe bujanie się wahadła polega na tem, że od chwili najwyższego zboczenia, na dół spada ono pod wpływem ciężkości, stąd zaś podnosi się dalej aż do najwyższego zboczenia po drugiej stronie, pod wpływem bezwładności, t. j. zachowuje ruch nabyty.

2. Ruch wahadła służy do regulowania biegu zegara. W *zegarze wagowym* jest pewien układ kółek, zczepionych między sobą drobnemi ząbkami czyli trybami. Na jedno z nich działa ciężar, pod którego wpływem kółka się obracają i skazówki poruszają; przez ten czas ciężar powoli opada, tak iż trzeba go znowu podnosić. W *zegarze sprężynowym* kółka porusza sprężyna, rozkręcając się stopniowo.

3. Ani spadek ciężaru, ani rozkręcanie sprężyny nie odbywa się jednostajnie; ciężar opada coraz prędzej, sprężyna rozluźnia się coraz wolniej. Zegar więc szedłby nierówno; dla wyrównania biegu dodaje się doń wahadło. Za każdem odchyleniem wahadła (rys. 12) wychwyt *b b* zaczepia ząbek kółka i sprawia, że obraca się ono przerywanie a jednostajnie.



12. Wahadło zegarowe.

4. Krótkie wahadła prędzej się poruszają, niż dłuższe. Skoro więc zegar ma iść wolniej, przedłuża się wahadło, opuszczając krążek *g*; dla przyśpieszenia podnosi się ów krążek.

Zegary ścienne należą do wagowych lub sprężynowych, kieszonkowe zawsze

wprawia w ruch sprężyna; wszystkie zaś posiadają wahadło rozmaitej postaci.

11. Równia pochyła.

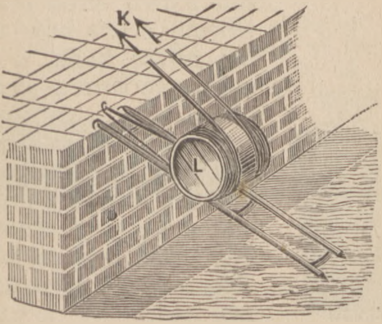
Dośw. i spostrz. Nieraz wypada duże ciężary unieść na niewielką wysokość, np. skrzynie lub beczki ładować na furę.—Dla zaoszczędzenia siły kładzie się pochyło deskę lub parę drągów i po nich wtacza się ciężary; okazuje się, że wtedy lżej daleko je podnieść z ziemi na wysokość wozu, niż dźwigając rękami.

1. Skoro podnosimy jakiś przedmiot, działa on jak ciało spadające, całym swym ciężarem; podobnież ciśnie na powierzchnię poziomą. Na płaszczyźnie ukośnej czyli *równi pochyłej* dźwigamy tylko część ciężaru, pozostała zaś część stacza się lub ślizga po równi; do utrzymania przedmiotu potrzeba więc siły mniejszej od jego wagi.

2. Najpospolitszą równią pochyłą jest drabina albo para drążków, oparta jednym końcem na ziemi, drugim na pomoście, dokąd mamy podźwignąć jakiś przedmiot (rys. 13). Im mniej drążki są spadziste, tem lżej idzie podnoszenie.

3. Do równi pochyłej zalicza się podjazdy i zjazdy w miastach i przy dworcach kolejowych, gdzie ulica idzie pochyło; także drogi w górach, schody.

Za *ruchome* równie pochyłe można uważać klin i śruby wszelakie (pt. ust.



rys. 13. Równia pochyła.

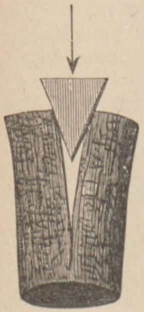
12 i 13). Mianowicie klin tworzą jak gdyby dwie równie pochyłe z sobą złączone, a śruba składa się z połączenia jednym ciągiem tylu równi, ile ma skrętów.

12. Klin.

Spostrz. Łupiąc drzewo, przykłada się doń ostrze noża i naciska lub uderza; większe

szczapy drzewa rąbie się siekierą. Skoro chodzi o rozcięcie pnia grubego, robi się nacięcie siekierą i wbija w nie klin ostrym brzegiem.

1. *Klin*, używany zwykle do rozłupywania grubego drzewa, robi się z twardego drzewa, które się ścina skośnie z dwu stron przeciwnych; ścięte boki tworzą *ostrze* klina, a bok naprzeciw ostrza--*grzbiet* klina.


14. Klin.

2. Klin wchodzi tem łatwiej, im jest cieńszy, czyli ostrzejszy, t. j. grzbiet ma węższy; przeciwnie, klin gruby, przy tej samej długości, wymaga większej siły.

Oprócz łupania drzewa, klin służy do krajania, do rozdzielania wielkich lub ciężkich przedmiotów (np. ścian, kamieni), podważania (np. szaf, kamieni) i utwierdzenia (np. młota, siekiery na trzonku). Najpowszechniejszą postać klina stanowią wszelkie narzędzia ostre: nóż, nożyczki, brzytwa, dłuto, sztylet, igła, gwóźdź,

piła i t. p.; zęby i pazury można też zaliczyć do rodzajów klina. Im są ostrzejsze, tem lżej przezwyciężają przeszkody, t. j. tem łatwiej tną lub kłują.

13. Śruba.

Dośw. i spostrz. Do wałka *af'* (rys. 15) przykłada się brzeg papieru w kształcie trójkąta prostokątnego *a a* i owija się papier



15. Śruba.

dokoła wałka. Wtedy skośny brzeg papieru *af* utworzy na wałku *linię śrubową a b' c' d' e' f'*, tak iż punkt *b* przypadnie w *b'*, punkt *c* w *c'* i t. d.

1. *Śruba* powstaje z równi pochyłej, owiniętej na walcu; równia tworzy linię śrubową czyli spiralną. W wykonaniu praktycznem linia śrubowa stanowi rowek dokoła walca.

Wkręcając śrubę w otwór z takiem samem nacięciem śrubowem, działamy

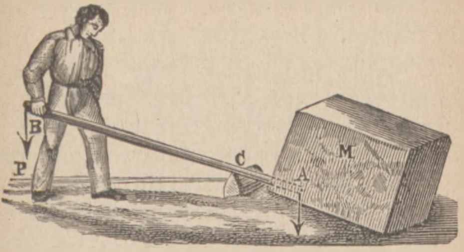
jakby po równi pochyłej, i małą siłą wywieramy ogromne ciśnienie na końcu śruby. Na tem działaniu polegają prasy śrubowe, podnoszenie i odsuwanie dużych ciężarów, przytwierdzanie jednej rzeczy do drugiej i t. p. W metalach, na śrubę muszą być wywiercone otwory śrubowe, w drzewo śrubę można wkręcać wprost, gdyż sama ona robi otwór w drzewie.

2. Szczególną postać ma śruba do wiercenia drzewa, *świder*, i do wyciągania korków, *grajcarek* (korkociąg). Świder ma ostry brzeg nacięcia, które się mieści w głębi żelaznego walca, stąd wierci on gładkie otwory i daje się łatwo wyciągać. Grajcarek jest śrubą o tępych brzegach nacięcia, ale szerokich i wystających; robi otwór kręty i trzyma się w nim mocno.

14. Dźwignia.

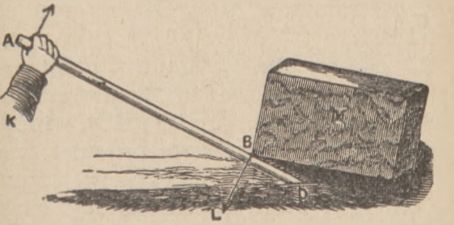
Dośw. i spostrz. Nie mogąc podnieść z ziemi ciężkiego kloca M (rys. 16), podkłada się koniec grubego kija, opiera się kij tuż przy klocu na pieńku lub kamieniu O i naciska się

ku dołowi drugi koniec kija; wtedy kloc się uniesie. — W braku podkładki można wetknąć



rys. 16. Dźwignia dwuramienna.

kij w ziemię pod klocem, tak aby kloc się na nim opierał (rys. 17), a drugi koniec kija ciąg-



17. Dźwignia jednoramienna.

nąć do góry; i tu równie łatwo kloc się uniesie.—W obu wypadkach dźwigamy ciężar, prze-

wyższający znacznie siłę ręki, ale za to dłuższy koniec kija, który trzyma ręka, pójdzie w górę lub na dół daleko więcej, niż kloc się podniesie.

1. *Dźwignia* albo *drąg* służy do podnoszenia ciężarów na niewielką wysokość. W ogólności składa się z mocnego pręta, który się obraca w jednym punkcie i na który działają dwie siły. Jednę z tych sił można nazwać *oporem*, drugą poprostu *siłą*, a punkt, na jaki każda z nich działa, zowie się *punktem zaczepienia*. Odległość od punktu zaczepienia do osi dźwigni czyli do punktu oparcia stanowi *ramię* dźwigni (na rys. 16 ramiona AC i BC, na rys. 17 AD i BD).

2. Skoro oba ramiona dźwigni są jednakowo długie, dźwignia jest *równoramienna* (pt. rys. 22, AO i BO), w przeciwnym razie *nierównoramienna* (rys. 16 i 17). Wogóle najczęściej używa się dźwigni nierównoramiennej; przykładem równoramiennej jest waga zwyczajna.

Na dźwigni równoramiennej obie siły są jednakowe (P i Q na rys. 22); w ra-

zie dźwigni nierównoramiennej, t. j. w ogólności *na ramię dłuższe działa siła mniejsza*, i to tyle razy mniejsza od oporu, ile razy ramię oporu jest mniejsze od ramienia siły. Za pomocą więc dźwigni można wielki ciężar podnieść nieznaczną siłą: natomiast traci się na szybkości (kloc np. porusza się wolniej, niż ręka).

Do podniesienia danego ciężaru na pewną wysokość potrzeba pewnej *pracy* fizycznej, która się mierzy zarazem wysokością i ciężarem. Praca bywa jednakowa w podnoszeniu małego ciężaru na dużą wysokość, jak w podnoszeniu dużego ciężaru na małą wysokość. Na dźwigni *obie prace są równe* t. j. praca siły równa się pracy oporu. Zatem, tyleż pracy trzeba włożyć, podnosząc kamień rękami, co i za pomocą kija; dźwignia (kij) może tylko ulżyć w podnoszeniu, a za to przedłużyć czas tej roboty.

3. W rodzaju dźwigni, wyobrażonym na rys. 16, siła ręki działa po jednej stronie, opór kloca po drugiej stronie od punktu oparcia C; kij, AB jest

dźwignią *dwuramienną*. W przypadku zaś, jak na rys. 17, i siła i opór działają z jednej strony oparcia D; kij AD jest dźwignią *jednoramienną*. Natomiast kierunek działania siły i oporu w pierwszej dźwigni jest taki sam (na dół), w ostatniej jest przeciwny (siła do góry, opór na dół).

Rękę i nogę ludzką można uważać za dźwignię jednoramienną; podobnież niektóre sprzęty i narzędzia, jak taczki, szczypce do węgli, dziadek do orzechów. Przykłady dwuramiennej dźwigni dają nożyczki, cęgi, szczypce do włosów, młotek podważający gwóźdź i t. p.

15. Blok.

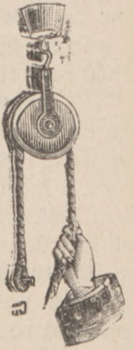
D o ś w. i s p o s t r z. Na belce zaczepiono krążek drewniany AB (rys. 19), tak, iż łatwo się obraca; skoro na sznurze, przerzuconym przez rowek w krążku, wisi ciężar, do utrzymania go trzeba takiego samego ciężaru na drugim końcu sznura. — W razie dwóch krążków, z których jeden może się podnieść (rys. 19), ciężar P utrzymuje ciężar Q 2 razy większy.

1. Krążek drewniany lub metalowy, obracający się na osi i opatrzony row-

kiem, po którym przechodzi sznur lub łańcuch, nazywa się *blokiem*. Skoro blok ma oś nieruchomą, tak, iż tylko się obraca, a z miejsca nie rusza, zowie się blokiem *stałym*. Nieraz mieści się



18. Blok stały.



19. Blok ruchomy.

blok w ramie czyli oprawie (rys. 18, z lewej strony).

2. Na końce sznura w bloku stałym (rys. 18) działają siły, np. ciężary. Ażeby blok był w równowadze, t. j. żaden

ciężar nie przeważał, powinny *oba ciężary być równe*; działają bowiem w jednakowej odległości od osi bloka, czyli jak gdyby na końce dźwigni równoramiennej AB. Niema tu więc żadnej ulgi na sile, ale zmienia się kierunek działania; ciągnąc za sznur na dół, dźwiga się ciężar do góry. Ile się ściągnie sznura, o tyle się podniesie ciężar, zatem i szybkość ręki równa się szybkości ciężaru.

3. Skoro na bloku stałym zawiesi się drugi blok tak, iż może się zarazem obracać i podnosić, czyli blok *ruchomy*, (rys. 19, BD), to ciężar P na bloku stałym udźwignie podwójny ciężar Q na bloku ruchomym. Tutaj koniec sznura jest uczepiony u belki A, dalej idzie dolnym rowkiem bloka BD, wreszcie górnym rowkiem bloka stałego. Jeżeli ciężar P opada, blok ruchomy podnosi się i obraca jednocześnie.

4. Punkt zaczepienia siły leży w D, gdzie działa owa siła P za pośrednictwem sznura; punkt zaczepienia oporu Q leży na osi O bloka ruchomego; punkt oparcia dla obu sił znajduje się w B, gdzie blok dotyka sznura. Zatem blok

ruchomy można uważać za rodzaj dźwigni jednoramiennej, gdzie BD ramię siły jest 2 razy większe od BO ramienia oporu; stąd *siła jest 2 razy mniejsza od oporu.* Natomiast ciężar Q podniesie się 2 razy mniej, niż opadnie ciężar P; czyli opór robi połowę tej drogi, co siła. I tutaj więc, jak na dźwigni, *praca obu sił jest równa.*

Łącząc z sobą więcej bloków ruchomych, można osiągnąć jeszcze większy zysk na sile, tracąc tyleż na szybkości podnoszenia. Połączenie takie zwane *wielokrążkiem*, używa się często przy budowie domów i mostów.

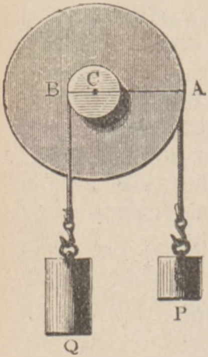
16. Kołowrót.

Spostrz. Obracać korbą windę, młynek do kawy, maszynę do szycia, jest daleko lżej, niż kręcić wprost za wałek, na którym korbę osadzono. — Wóz na wysokich kołach lżej ciągnąć, niż na małych kółkach.

1. Dwa koła, większe i mniejsze, złączone z sobą i obracające się na wspólnej osi, tworzą *kołowrot*, jeżeli na każde z nich działa pewna siła (rys. 20).

Zamiast mniejszego koła, bywa nieraz walec, mniej lub więcej długi; zamiast większego, bywa korba (rys. 21).

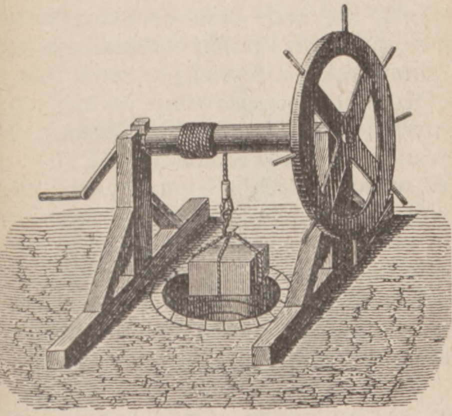
Na obwód koła i walca nawinięto sznury; na jeden z nich działa siła, na drugi opór, przyczem *siła jest mniejsza od oporu* tyle razy, ile razy promień walca jest mniejszy od promienia koła (albo obwód walca od obwodu koła). Łatwo wywnioskować z rysunku 20, że ciężary P (siła) i Q (opór) działają na wspólną oś C w odległościach nierównych AC i BC; można więc kołowrót uważać za rodzaj dźwigni dwuramiennej, o ramionach nierównych.



rys. 20. Kołowrót.

2. Im większe bywa koło, albo dłuższa korba, a walec mniejszy, tem lżej pokonać opór, działający na walec; natomiast traci się na szybkości. Znaczny

kawał sznura trzeba z koła zwinąć, albo dużo razy obrócić korbę, aby podnieść ciężar na niewielką wysokość. Tutaj również, jak na dźwigni i bloku, du-



rys. 21. Winda.

ży opór przebywa małą drogę, a drobna siła znaczną drogę; wynikłe stąd *obie prace są równe.*

3. Kołowrót ma zastosowania podobne, jak dźwignia i bloki, ale nieraz by-

wa od nich dogodniejszy. Na dźwigni można podnieść ciężar niezbyt wysoko albo przesunąć niezbyt daleko; blok pozwala na większe podnoszenie lub posuwanie, ale sam blok ruchomy przy tem się posuwa, i punkt zaczepienia siły (zatem ręka, człowiek) zmienia miejsce. Kołowrót zaś pozostaje na miejscu, posuwając ciężary lub podnosząc je znacznie np. jako winda (rys. 21).

W wielu narzędziach i maszynach kołowrót znakomicie ułatwia poruszanie; koło sterowe na statkach, korba w maszynie do szycia, w kołowrotku do przędzenia, w młynku do kawy, kataryńce i t. p. stanowią rozmaite postacie kołowrotu.

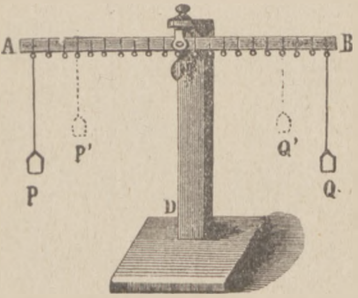
17. Waga.

Dośw. i spostrz. Równą listwę drewnianą przewierca się w środku i osadza na gwoździu w podstawce tak, aby się lekko obracała; listwa ustawia się poziomo (rys. 22).—Położenie to nie zmieni się, skoro zawiesimy w równych odstępach od środka jednakowe ciężary (P i Q, albo P′ i Q′).—Listwa pochyli się natychmiast, jeżeli posuniemy któryś ciężar nieco dalej).

1. Drążek, obracający się pośrodku i obciążony w równych odległościach

od środka, stanowi *dźwignię równoramienną.*

Podobna dźwignia, sporządzona dokładniej z metalu i opatrzona szalkami i skazówką, stanowi zwykłą *wagę*, a sama dźwignia zowie się *belką* wagi (rys.



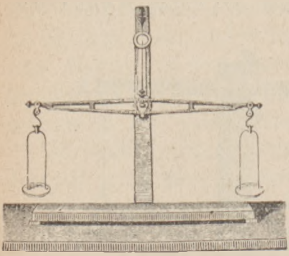
23. Waga.

23). Belka bywa pełna, albo dla większej lekkości, wycięta.

Przez środek belki przechodzi w poprzek *oś* stalowa, trójgranista, oparta ostrą krawędzią na podstawie. Nad osią stoi *skazówka*, umocowana prostopadle do belki; skoro belka ma położenie ró-

wnowagi, t. j. poziome, skazówka stoi pionowo.

Szalki składają się z talerzyków lub miseczek, zawieszonych przy końcach belki za pomocą drutów lub sznurków i haczyków.



rys. 23. Waga.

2. Dobra waga powinna mieć równowagę stałą, t. j. po przechyleniu powracać do dawnego, poziomego położenia; nad to powinna być dokładną i w miarę potrzeby czułą.

Stałość równowagi wymaga, aby środek ciężkości wagi znajdował się poniżej punktu oparcia, t. j. krawędzi osi. Belka sama, po odjęciu szalek, zarówno jak i z szalkami, powinna stać poziomo.

Dokładną wagą zowiemy taką, która wskazuje rzeczywisty ciężar ciała; przy położeniu równych ciężarów na szalki, waga dokładna staje poziomo.

Sprawdza się wagę na dokładność, kładąc jakiś ciężar na jednej szalce i równoważąc go na drugiej odpowiednim ciężarem, a następnie przekładając te same ciężary nawzajem; belka w obu razach powinna stać poziomo. Dokładność wagi wymaga, aby oba ramiona belki były jednakowo długie i jednakowo ciężkie, oraz aby punkt oparcia osi i punkty zaczepienia szalek leżały na linii prostej. *Czułą* waga bywa wtedy, gdy się odchyla za najmniejszem obciążeniem którejś szalki.

Czułość wymaga, aby tarcie w punktach oparcia i zaczepienia było jak najmniejsze (osie nie przytępione), oraz aby środek ciężkości belki przypadał jak najbliżej pod punktem oparcia.

3. O ile dokładność jest koniecznym przymiotem dobrej wagi, czułość bywa pożądaną w stopniu rozmaitym, zależnie od przeznaczenia wagi. Wagi do analizy chemicznej bywają czułe do $^1/_{10}$ miligrama lub jeszcze bardziej; dla apteki wystarcza czułość 1 mg., a nawet 10 mg; w handlu rzadko się wymaga, aby waga wskazywała różnicę 1 grama,

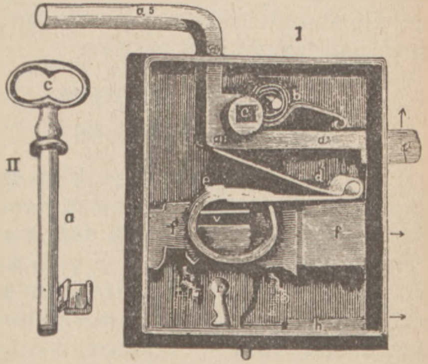
a wagi kolejowe czułe są dopiero na 1 kilogram lub wyżej. Nadmierna czułość wymaga delikatnego obejścia z wagą, a samo ważenie zajmuje dużo czasu. Nietylko najmniejszy, ale i najwyższy ciężar, jaki waga może wskazywać, trzeba wiedzieć przy użyciu wagi. Za obciążeniem zbyt wielkiem, belka się wygina, choć bardzo nieznacznie, a ważenie traci na dokładności; nadto tępi się oś belki.

18. Zamek.

1. Powszechne przy drzwiach narzędzie, do zabezpieczenia się od niepożądanych gości, *zamek*, składa się głównie z dźwigni, sprężyn i zasuwek; wszystko mieści się w płaskiej żelaznej oprawie. Najprostszy w urządzeniu bywa zamek, przybijany do drzwi na wierzchu i wyobrażony na rys. 24.

Wszystkie części zamka, wyjąwszy klamki i klucza, są ukryte w żelaznem pudełku, otwartem z jednej strony, którą się do drzwi przytwierdza. *Klamka* (a^1 — a^5) stanowi gruby, wygięty pręt metalowy, którego nierówne końce wy-

stają z oprawy; jeden koniec tworzy rodzaj zasuwki, drugi, większy, rączkę, a całość obraca się koło osi *c*. Klamka więc jest rodzajem zakrzywionej dźwigni: na rączkę a^5 działa siła ręki, a opór



rys. 24. Zamek.

daje sprężyna *b* po drugiej stronie osi; jest to więc dźwignia obustronna.

2. Do zamknięcia wewnętrznego służy *klucz*, w którym można odróżnić 3 części: piórko, trzon i ucho. Piórko zahacza o ząbek zasuwy (ff), ucho obraca się ręką; trzon zaś łączy obie części.

Połączone wprost z sobą, bez trzona, ucho z piórkiem utworzyłyby dźwignię, której jedno ramię stanowi piórko, drugie przeciwna połowa ucha. W zasadzie więc i klucz jest dźwignią dwuramienną; siłę stanowi ręka, opór daje sprężyna *d*, przytrzymująca zasuwę.

19. Maszyna do szycia

maszyny w ogólności.

1. Równia pochyła, śruba, klin, dźwignia, blok i kołowrot stanowią *maszyny proste* czyli *zasadnicze*, nie dają się bowiem rozłożyć na części. Z połączenia tych maszyn z sobą i częściami pomocniczemi powstaja *maszyny złożone*, których niezliczoną ilość spotykamy w użyciu praktycznem, np. maszyna do szycia, młyn, motor parowy. Wogóle zaś *maszyną* zowiemy urządzenie, gdzie jakaś siła wykonywa pracę pożyteczną.

2. *Maszyna do szycia*, jedna z najbardziej znanych w życiu powszedniem, składa się z wielu rodzajów maszyn, używanych i w innych maszynach. Głównie można ją podzielić na 3 części: poruszającą, pracującą i pomocniczą.

Mechanizm poruszający w najczęściej używanej maszynie nożnej składa się z *pedału*, który poruszamy naciskając stopami, a wraz z nim pręt, połączony korbą dużego i ciężkiego *koła rozpędowego*. Ruch pedału na dół i do góry, ruch dźwigni, sprawia tą drogą obrót koła, które stanowi jakby kołowrot; inaczej mówiąc, *ruch postępowy przemienia się na ruch obrotowy*.

Do obwodu koła rozpędowego przystaje *pas bez końca*, wprzężony pomiędzy tem kołem a drugiem mniejszem w górze, nad stołem maszyny; pas ten obraca przez tarcie małe kółko, które wiruje znacznie prędzej i za pomocą różnych przyborów, ukrytych w maszynie, porusza igłę. Takie przenoszenie ruchu z jednego koła na drugie, zwykle ze zmianą w szybkości obrotu, nazywa się *przekładnią* (transmisyą). Maszyna więc do szycia ma przekładnię pasową.

Wszystkie wymienione części, oprócz pedału, stanowią *mechanizm pomocniczy*. Istotę *mechanizmu pracującego* stanowi igla i czółenko, z których każ-

da prowadzi nitkę, a obie nitki wiążą się z sobą w ścieg; nadto mechanizm pomocniczy posuwa wciąż materyał.

3. Zadanie koła rozpędowego w maszynach wogóle polega na tem, aby skutkiem znacznej bezwładności wyrównać bieg maszyny, tłumiąc wstrząśnienia i zatrzymywania przy naciskaniu pedału, a w motorach parowych—przy skrajnych położeniach tłoka. Miejsca, gdzie korba stoi najwyżej i najniżej, otrzymały miano *punktów martwych*. ponieważ w razie zatrzymania koła w takiem położeniu korby, niepodobna jej żadną siłą wprost poruszyć (t. j. w kierunku pręta); aby maszynę w ruch puścić, trzeba najprzód koło nieco obrócić.

20. Młyn.

1. Do *mielenia* ciał rozmaitych, czyli utarcia twardych i sypkich materyi na proszek, służą *młyny*. Stosownie do przeznaczenia, bywają młyny zwykłe czyli zbożowe, młyny prochowe, gipsowe, młynki do kawy i t. p.

2. Pierwotną postać młyna stanowią *żarna*, kamienie płaskie, które obracane ręcznie, gniotą i rozcierają ziarno zbożowe, jakie się pod nie sypie.

3. Do wprowadzenia w ruch młyna właściwego potrzeba dużej siły; dostarcza jej wiatr, woda albo para. Młyny, obracane ciśnieniem wiatru, a bardzo u nas rozpowszechnione, stanowią *wiatraki*; poruszane spadkiem wody lub prądem strumienia — *młyny wodne*; poruszane motorem parowym — *młyny parowe*.

4. Istotną część (roboczą) każdego młyna stanowi *kamień młyński*, wielki, okrągły kamień, z góry i z dołu płaski, wyrobiony zwykle z piaskowca. Dolna jego powierzchnia jest chropowata, a nadto ma łukowate rowki od środka ku brzegu. Kamień spoczywa na drugim podobnym, zarówno jak tamten chropowatym.

Koło wodne, skrzydła wiatraka lub tłok maszyny parowej obraca duży wał, na którym osadzono koło zębate. Zęby tego koła, zczepiając się z trybami drugiego, mniejszego, obracają je,

a wraz z niem koło zębate, osadzone na tej samej osi. To ostatnie obraca znów koło trybowe, na którego osi osadzony jest kamień młyński. Skutkiem takiego urządzenia, kamień wiruje z wielką szybkością.

5. Ziarno sypie się do dużego lejka, skąd przez ciągłe wstrząsanie wpada pomiędzy kamienie, przechodzi ku obwodowi i wysypuje się, już nawpół zmielone, do dużego walca, o ścianach z gęstej jedwabnej gazy. Walec ten wiruje szybko i stanowi rodzaj sita, przez które przelatuje pył mączny; grubsze okruchy przesypują się do skrzyni, skąd je znów sypią pod kamień młyński. W ten sposób ziarno miele się coraz lepiej, i powstaje *mąka* coraz delikatniejsza. Łupinki ziarnowe odpadają przytem jako *otręby*.

Oprócz wymienionych części, młyn zawiera sporo urządzeń dodatkowych do przesiewania, mielenia w rozmaitym stopniu i t. p. Przenoszenie ruchu z jednych kół na drugie za pomocą trybów, przyczem zwykle zmienia się szybkość

obrotu, stanowi *przekładnię* (transmisyę) *trybową*.

21. Pług.

1. Jedno z najstarszych narzędzi do uprawy roli stanowi *pług*; służy mianowicie do orania, czyli spulchnienia gleby i przemieszania jej przed zasiewem zboża. Ciągną go zwykle konie lub woły, wyjątkowo tylko używa się za granicą w niektórych okolicach siły elektrycznej lub parowej.

2. W zasadzie pług tworzy połączenie klina z dźwignią, jakkolwiek ogólna jego postać zmienia się odpowiednio do natury gruntu. Nóż pługa w czasie ciągnienia zagłębia się w ziemię, odkładając na bok warstwę ziemi czyli *skibę*. Przez umiejętne trzymanie i pochylanie za rękojeść pług orze głębiej lub płyciej, szeroko lub wązko, i gleba przewraca się skutecznie, t. j. powierzchowne części zarywają się i odwrotnie, głębsze wychodzą na wierzch. Trzon pługa i rękojeści stanowią rodzaj krzywych dźwigni, nóż—rodzaj klina.

3. W razie gleby lekkiej, gdy chodzi o płytką i wązką orkę, używa się *pługa podwójnego*, o dwóch nożach. Na polach zupełnie równych mogą iść nawet potrójne i poczwórne pługi, które ciągnie maszyna parowa za pomocą łańcuchów.

II. O CIECZACH.

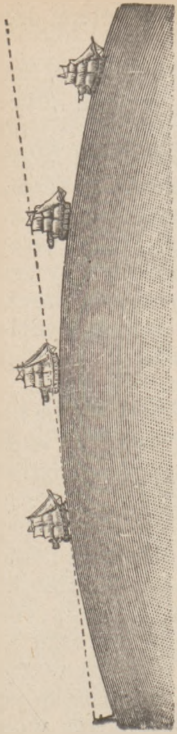
22. Woda.

1. Woda stanowi najważniejszą z cieczy dla ludzi, zwierząt i roślin, jest dla nich niezbędnym warunkiem życia. Orzeźwia wszelkie istoty, tworzy główną część ich soków, krwi ludzkiej i zwierzęcej; wiele zwierząt żyje tylko w wodzie, jak ryby, raki, mięczaki. Gdzie wody brakuje, tam rozpościera swe panowanie śmierć i pustka, nie zieleni się trawka, nie dźwięczy śpiew ptactwa, ani zawita człowiek. Gdzie zaś, choćby w pustyni, sączy się źródło, tam przyjmują się rośliny, powstaje oaza,

ciągną tam i zwierzęta, a za niemi dążą i ludzie.

W codziennem życiu używamy wody do picia, gotowania, prania, mycia i czyszczenia. Porusza ona młyny, tartaki i inne maszyny, unosi łódki i okręty, sprzyjając tą drogą zbliżeniu się narodów. Para wodna napełnia powietrze, sprawia mgłę, obłoki, rosę i szron, deszcz, śnieg i grad; woda tworzy źródła, strumienie i rzeki, jeziora i morza, lodowce w górach i oceanach podbiegunowych. Woda zwilża glebę, daje pokarm zbożom, trawom i drzewom.

Odwieczny, ciągły *obieg* wody na kuli ziemskiej polega na tem, że woda z mórz paruje ustawicznie w powietrze, wedruje jako para z wiatrem na wszystkie strony, zagęszcza się w chmury, wreszcie spada w postaci deszczu i śniegu napowrót na ziemię. Wsiąkając wgłąb ziemi, woda przenika skały, rozpuszcza je powoli, i unosząc potrosze ich składniki, wypływa na wierzch w źródłach i zdrojach, stąd utworzone potoki, strumienie i rzeki zwracają wodę znów morzu. Każdego roku, w każdej



rys. 25.

porze odbywa się to krążenie wody, szerząc życie na ziemi, niszcząc wyniosłe góry, a budując z nich w głębinach nowe pokłady i lądy.

2. Jako *ciecz* czyli *płyn*, woda posiada bardzo słabą spójność cząstek. Rozlewa się z łatwością, porusza, faluje, nie ma własnej postaci, *przybierając kształt naczynia*; spójność wody zdradza się w drobnych bardzo ilościach, które tworzą kuliste *krople*.

3. W spoczynku powierzchnia wody jest dokładnie *pozioma*, przynajmniej na małej rozległości; obszerne jeziora i morza mają już wyraźnie kształt wypukły, stanowią bo-

wiem cząstkę *kulistej* powierzchni ziemskiej (rys. 25).

4. Skoro woda faluje, wydaje się jakoby się przelewała coraz dalej. Jest to złudzenie. W rzeczywistości cząstki jej pozostają na miejscu, podnoszą się tylko i opadają, co można sprawdzić, rzuciwszy na fale drewienko. Cząstki jednak, potrącając się nawzajem, wprawiają masę wody w falowanie, gdzie sama woda nie przelewa się coraz dalej, nie postępuje, ale *postępuje ruch falowy*. Wodę poruszają z miejsca tylko prądy, wiatr, statki płynące.

5. Na mrozie woda krzepnie czyli *marźnie*, tworząc *lód*, a za ogrzaniem dość mocnem, *wrze* czyli *gotuje się*. Według stopni termometru (pt. poniżej), w czasie zamarzania wody wypada 0°, a w czasie wrzenia w otwartem naczyniu 100° C. *Paruje* wszakże woda czyli *ulatnia się zawsze*, nawet na zimnie; para unosi się z powierzchni niewidzialnie, dopiero za ochłodzeniem tworzy *mgłę* czyli *opary*, złożone z drobniutkich kropelek. Takie opary gęste w powietrzu, wysoko, tworzą *chmury*, a w

razie szybkiego oziębienia ich powstają krople większe i spadają na ziemię jako *deszcz*; zamarzając w powietrzu, tworzą *śnieg* lub *grad*. Podobnież z oziębienia pary powstaje na powierzchni ziemi *rosa* i *szron*.

6. Jakkolwiek woda wydaje się masą pełną, zbitą, zawiera ona w rzeczywistości między cząstkami drobniutkie przestwory czyli *pory*, jest *dziurkowatą* w znaczeniu fizycznem. Przekonywamy się o tem już stąd, że woda zawsze zawiera w sobie trochę *powietrza*, tem więcej, im jest zimniejsza. Ryby, mięczaki i w ogóle istoty wodne oddychają właśnie tem powietrzem; tlen w niem zawarty działa na krew, jaka przepływa w ich skrzelach, i zostaje pochłonięty, oczyszcza ją, a uchodzi ze krwi gaz szkodliwy, kwas węglowy (dwutlenek węgla). Pozbawić wodę powietrza można przez ogrzewanie; już stojąc w ciepłem miejscu, woda uwalnia bańki powietrzne, które osiadają na ścianach naczynia; przy gotowaniu powietrze uchodzi zupełnie. Dla tego w wodzie przegotowanej zwierzęta żyć nie mogą.

7. Oprócz powietrza woda zawiera w roztworze pewną ilość ciał mineralnych, pochodzących z głębi ziemi. Odparowawszy na szkiełku kroplę wody, choćby najczystszej dla oka, zauważymy, iż został ślad białawy; składa się on z rozmaitych soli, jakie woda wyciągnęła z łona ziemi, sącząc się przez różne pokłady. Żadna woda na kuli ziemskiej *nie jest czysta* zupełnie; otrzymać z niej można wodę chemicznie czystą dopiero przez *dystylacyę*, t. j. przepędzanie pary wody wrzącej do innego naczynia (odbieralni), gdzie para się skrapla. Skoro woda zawiera dużo materyi mineralnych, tak iż posiada smak wybitny, zowie się *mineralną*.

7. Osobliwie zachowuje się woda względem ciepła w temperaturze 4⁰ C. Wszelkie ciała za oziębieniem kurczą się, t. j. zmniejsza się ich objętość. Woda *wyjątkowo* ma *największą gęstość przy* 4⁰ C., t. j. kurczy się za oziębieniem tylko do 4 stopni ciepła, jako też za ogrzaniem od 0⁰ do 4⁰, dalej już się tylko rozszerza; woda, czy to cieplejsza, czy zimniejsza, jest lżejszą, mniej gę-

stą. Lód jest również od wody lżejszy i dlatego pływa na niej.

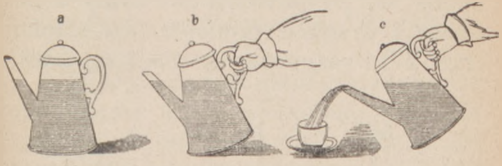
Własność ta wody i lodu ma ważne znaczenie w przyrodzie. Gdyby woda w miarę oziębienia była coraz cięższa, to opadałaby na dno, a ostygłszy do 0^0, zamarzłaby nawskroś, aż do dna. W rzeczywistości woda, oziębiona do 4^0, opada na dno i tam trzyma się stale, jako najcięższa, choć na powierzchni stygnie dalej i zamarza. W ten sposób sama przyroda chroni wodę od zmarźnięcia do dna, a zwierzęta wodne od zagłady.

23. Naczynia spółkujące.

D o ś w. i s p o s t r z. W imbryku, napełnionym kawą, stoi ona w dziobku tak samo wysoko, jak wewnątrz naczynia, t. j. do tego samego poziomu. Za nachyleniem dziobka, kawa dochodzi do jego końca i leje się (rys. 26). — Wyjmuje się czop u spodu beczki i zatyka otwór korkiem, przez który przechodzi rurka gumowa; rurkę spuszczcza się cokolwiek, a koniec jej zwraca się do góry. Do beczki nalewa się wody. Dopóki koniec rurki nie stoi niżej poziomu wody w beczce, woda się nie wylewa, ale stoi na równej wysokości w obu

naczyniach; skoro koniec rurki, skierowany wciąż ku górze, spuścimy niżej, woda bije z rurki strumieniem do tej samej prawie wysokości, co w beczce.

1. Naczynia, złączone z sobą u dołu, tak iż ciecz może przepływać z jednego do drugiego, otrzymały miano *naczyń spółkujących*. Ciecz w takich naczy-

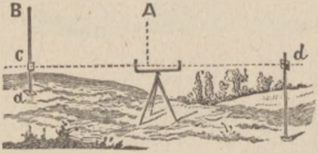


rys. 26.

niach stoi na równej wysokości czyli na *jednakowym poziomie*. Na tej zasadzie polega wiele objawów w naturze i zastosowań, mianowicie waga poziomowa (libella dwuramienna), wodociągi, fontanny, źródła.

2. *Waga poziomowa* czyli wodna służy do niwelacyi, podobnie jak libella, głównie zaś przy kopaniu kanałów. Chodzi tu o wytknięcie kierunku poziomego, według którego nadaje się pewne pochylenie dnu kanału.

Przyrząd składa się z długiej na jakieś $^1/_2$ metra rury, zagiętej na końcach prostopadle, ku górze, i napełnionej wodą zabarwioną; utwierdza się rurę pośrodku na trójnogu za pomocą zawiaski, aby ją można było dowolnie nachylać. Ustawiwszy rurę mniej więcej poziomo, celuje się po powierzchni wody w jednem i drugiem ramieniu do słupka (rys. 27) i zaznacza się miejsce, gdzie



rys. 27.

przypada owa linia poziomów. Odmierzywszy wysokość nad ziemią obu poziomów, t. j. wody w rurce i zaznaczonej kreski na słupie, dochodzi się pochylenia gruntu.

W podobny sposób można linię poziomą wytknąć dalej, skoro się przy-

rząd postawi obok słupa, tak aby woda stała na poziomie kreski; celuje się do innego słupa opodal, gdzie się znaczy kreskę na linii poziomu i t. d. Mając na całym szeregu słupów zaznaczony kierunek poziomy, wypada tylko od niego na każdym słupie odmierzyć w dół odległość stopniowo coraz większą i według tej miary poprowadzić dno kanału.

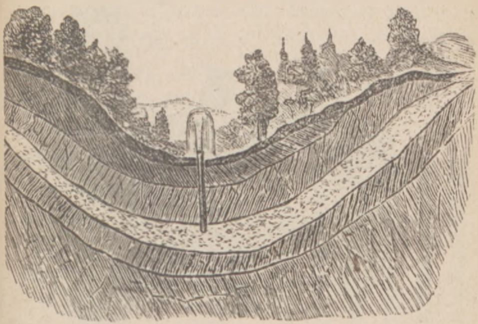
3. W *wodociągach* znajduje się obszerny zbiornik wody, od którego prowadzi sieć rur do domów, gdzie kończy się każda rura kranem wodociągowym. We wszystkich rurach woda stoi na jednakowym poziomie, jak w zbiorniku. W wykonaniu praktycznem, stosuje się w miastach czerpiących wodę nisko, z rzeki (np. Warszawie), t. zw. *wieża ciśnień*, w której mieści się olbrzymia rura pionowa, napełniona stale wodą. Do tej wieży pędzą wciąż wodę pompy parowe; woda w rurach domowych dochodzi do poziomu wieży ciśnień, który stale musi w niej wznosić się powyżej kranów najwyższych pięter.

4. *Fontanny* czyli *wodotryski* zasila zbiornik wysoko umieszczony (w miastach zwykle ogólny zbiornik wodociągowy) i połączony podziemną rurą z *basenem* czyli miednicą fontanny, gdzie rura wąskim wylotem otwiera się ku górze. Woda dąży do tej samej wysokości, co w zbiorniku, ale wytrysk niezupełnie ją osiąga, napotyka bowiem przeszkody w postaci tarcia, oporu powietrza i wody spadającej.

5. Naturalne wodotryski stanowią *źródła* i *zdroje*. Woda wsiąka w ziemię, aż trafi na pokład nieprzepuszczalny, np. gliny, po którym spływa w miejsca niższe, zbiera się tam i wydostaje na wierzch w postaci źródła.

Skoro w miejscu niższem nad wodą znajdzie się również pokład nieprzepuszczalny, woda nie może się wydostać, dopóki pokład nie zostanie sztucznie przebity. Przewierciwszy taki pokład, otrzymuje się ciągły wodotrysk, bijący obficie i wysoko (rys. 28). Od prowincyi Artois we Francyi, gdzie skorzystano po raz pierwszy z podobnych wytrysków, otrzymały one nazwę *stu-*

dzien artezyjskich. Woda pochodzi tu zwykle z głębokości znacznej, 500, 600 metrów i więcej; im głębiej, tem jest cieplejsza. Naturalnie źródła gorące



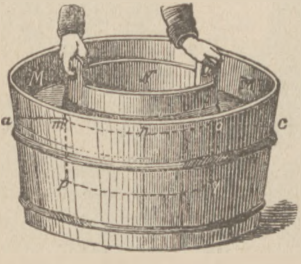
rys. 28. Studnia artezyjska.

(Karlsbad, gejzery) muszą brać początek w głębi jeszcze większej.

Wynika to z badań, że przy pogłębieniu na 30 do 40 metrów temperatura wzrasta o 1 stopień. Woda więc wrząca, jak w gejzerach, musi pochodzić z głębi paru kilometrów.

24. Pływanie.

Dośw. i spostrz. Kamień, włożony do wody w misce, tonie; podobnież kropla rtęci.— Korek i drzewo pływają po wodzie; podobnież kropla oliwy. — Taka sama kropla oliwy tonie w spirytusie.—Mieszając mocny spirytus z wodą, można otrzymać taki roztwór, gdzie oliwa pozostaje w zawieszeniu, t. j. nie wypływa na



rys. 29. Woda wypiera ciało zanurzone.

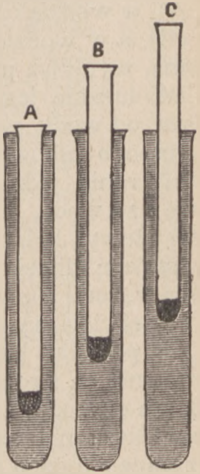
wierzch, ani opada na dno; wtedy ma kształt ściśle kulisty.—Łupinka orzecha pływa po wodzie; skoro do niej sypiemy piasek, zanurza się coraz głębiej, aż zatonie.—Zanurzając do szafla z wodą drugi mniejszy a próżny (rys. 29), czuje się, jak woda go wypycha.

1. Skoro jakieś ciało zanurza się w wodzie, wypiera ono wodę tyle, ile samo ma objętości; ponieważ reszta wody dźwigała przedtem wodę wypartą, ta

sama siła dźwiga obecnie ciało zanurzone. Zatem ciecz dźwiga taki ciężar ciała zanurzonego, ile waży wyparta przez to ciało objętość cieczy. Słowem, *ciecz wypiera ciało zanurzone*. Stąd każde ciało po zanurzeniu staje się lżejsze, czyli *traci na wadze*.

Jeżeli woda, wyparta przez ciało, tyleż waży, co samo ciało, zanurza się ono całkowicie i zostaje *w zawieszeniu*, t. j. ani wypływa na wierzch, ani opada na dno.

Skoro ciało waży więcej, niż woda tej samej objętości, parcie wody nie zdoła go udźwignąć, i ciało *tonie*. Skoro zaś ciało waży mniej od wody w tej samej objętości, parcie wody dźwiga



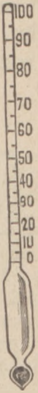
rys. 30. Każda ciecz inaczej wypiera ciało zanurzone.

cały ciężar ciała i wynurza je częścią z wody: ciało *pływa.*

2. Ciało pływające zanurza się tyle, że waga cieczy wypartej równa się wadze całego ciała. Stąd np. rurka szklana, obciążona u dołu śrutem, w spirytusie zagłębia się prawie całkowicie (rys. 30, A), w wodzie czystej mniej się zanurza (B), a w wodzie nasyconej solą kuchenną, wypływa prawie do połowy (C). Ciało ludzkie jest bardzo nieznacznie lżejsze od wody w tej samej objętości, i zanurzone całkowicie, wypływa. W czasie pływania jednak musimy trzymać głowę nad wodą, a tem samem dźwigać ciężar głowy, który w czasie zanurzenia nie istnieje; dlatego konieczne są poruszenia rękami i nogami, tem silniejsze, im więcej ciała wystaje nad wodą. Z tego też powodu lżej bywa pływać na wznak, niż na stronie brzusznej.

3. Im cięższy czyli gęstszy jest płyn, tem większą ma siłę wypierającą. Na tej zasadzie można oceniać gęstość, czyli ciężar gatunkowy płynu, według zanurzenia ciała pływającego. Takim *gęstościomierzem* jest *areometr*, wyobra-

żony na rys. 31. Składa się z rurki, wydętej na końcu i pośrodku w kształcie bańki i obciążonej śrutem tak, że pływa pionowo. Można dobrać obciążenie tak, iż areometr w wodzie zanurza się do wierzchu; w takim razie w płynach cięższych od wody zanurza się coraz mniej, w miarę wzrastającego ciężaru płynów. Skoro zaś obciążymy go nie tak mocno, ażeby w wodzie wypływał do najniższej kreski, t. j. prawie do bańki środkowej; będzie on zagłębiał się bardziej w płynach lżejszych od wody, i to tem głębiej, im płyn jest lżejszy. Areometr więc może oznaczać ciężar stosunkowy płynów lżejszych i cięższych od wody, do czego wyrabia się zwykle dwa podobne narzędzia o rozmaitem obciążeniu. Areometr obciążony tak, iż w wodzie zagłębia się prawie do bańki, a w czystym, bezwodnym spirytusie (alkoholu) prawie do wierzchu, i podzielony



rys. 31. Areometr.

na 100 części, wskazuje moc wódki, t. j. ilość procentową alkoholu w spirytusie handlowym, i zowie się *spirytusomierzem* (alkoholometrem). Podobnież można urządzić areometr do sprawdzenia czystości mleka po jego gęstości, do oznaczenia zawartości cukru w syropie, soli w roztworach i t. p.

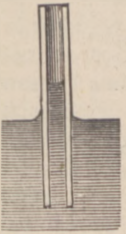
25. Włoskowatość.

D o ś w. i s p o s t r z. Mokre kawałki papieru trzymają się z sobą; podobnież mokre szyby, cienkie blaszki. — Skoro odłamek szyby leży na stole, gdzie rozlano wodę, niełatwo szybę oderwać.—W szklance herbata wyżej trochę stoi u brzegów, niż pośrodku szklanki. — Postawmy książkę nieco rozwartą na talerzu, gdzie rozlano atrament; podniesie się on trochę między kartkami, ale najwyżej u grzbietu książki.—Cukier, zanurzony końcem w kawie, nasiąka nią całkowicie.

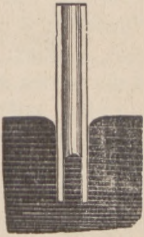
1. Ciała, których powierzchnie ściśle się stykają, trzymają się wzajemnie, ponieważ cząstki ciał przyciągają się. Siła takiego powierzchniowego przyciągania zowie się *przyleganiem* (adhezyą). Ujawnia się szczególnie mocno między cia-

łem stałem a płynem; na tem polega klejenie, kitowanie, lutowanie, malowanie, pozłacanie i t. p.

2. Z powodu przylegania, woda w szklance stoi wyżej u brzegów, niż na środku: powierzchnia jest wklęsła. Z te-



rys. 32.



rys. 33.

Rurki włoskowate.

go też powodu w rurce wązkiej woda stoi wyżej, niż w szerszej, z nią połączonej (rys. 32). Taka zdolność *podnoszenia* płynu w rurkach bardzo wązkich zowie się *włoskowatością*.

Niekiedy ciecz zachowuje się przeciwnie: pośrodku naczynia stoi wyżej, niż u brzegów, ma przeto powierzchnię wypukłą; w rurce zaś stoi niżej, niż w na-

czyniu (rys. 33). Takie *obniżenie* poziomu cieczy w wąskiej rurce jest także objawem włoskowatości.

3. Włoskowatość odgrywa dużą rolę w naturze, zarówno jak w wielu objawach życia codziennego. Tu należy podnoszenie się nafty w lampach po knocie, atramentu w bibule; wsiąkanie wody w gąbkę, cukier; wilgoć w murach; żywienie się roślin za pomocą korzeni, a po części obieg soków w roślinach. Na końcach korzeni mają rośliny cieniutkie, prawie niedostrzegalne włoski (włośniki), z których każdy stanowi rurkę mikroskopijnej wielkości, rurki te czyli włośniki wciągają wodę z ziemi, a wraz z nią rozmaite materye rozpuszczone, dalej zaś roztwór przechodzi po naczyniach rośliny coraz wyżej aż do liści i tworzy sok roślinny. Przesiąkanie cieczy przez dziurkowate przegrody, jak pęcherz, glinę, tłómaczy się również włoskowatością.

III. O POWIETRZU.

26. Powietrze.

Dośw. i spostrz. Powietrza, jakie nas otacza, nie widzimy, ale czujemy je w ruchu, jako wiatr.—Widzimy w powietrzu mgłę, chmury, dym, kurz; nie są to cząstki powietrza, ale cząstki płynne lub stałe, unoszące się w powietrzu. — Do wody zanurzam szklankę, odwróconą dnem do góry; woda nie wchodzi do szklanki, choć ta wydaje się próżną.—Powtarzam doświadczenie (rys. 34), umieściwszy w szklance ogarek świecy; po zanurzeniu świeca pali się, jak na powietrzu, zatem szklanka nie była próżną, ale napełnioną powietrzem.



rys. 34. W wodzie pod szklanką pali się świeca.

1. Powietrze jest gazem niewidzialnym, okalającym ziemię; w całej swej rozciągłości zowie się *atmosferą*.

Powietrze nie jest materyą jednolitą, ale składa się z dwóch materyi, azotu

i tlenu, oraz małej domieszki pary wodnej i kwasu węglowego (dwutlenku węgla).

Najważniejszym dla człowieka składnikiem jest *tlen*, którym właściwie oddychamy, gdy drugi składnik, *azot*, służy tylko do uśmierzenia działania tlenu. Czysty bowiem tlen, działając ożywczo na krew w płucach, rozgrzewałby ją za silnie; zmieszany zaś w powietrzu z azotem, ogrzewa krew umiarkowanie, i stąd ciało nasze jest wciąż jednakowo ciepłe.

Ten sam tlen służy do palenia ciał. Skoro pali się świeca, lampa, węgiel, znaczy, że materye ich łączą się chemicznie z tlenem powietrza: azot osłabia palenie, aby nie było zbyt gwałtowne.

Para wodna w powietrzu czyni je wilgotnem do pewnego stopnia, co jest konieczne dla zdrowia; w powietrzu zbyt suchem, t. j. zawierającem mało pary, czujemy się znużeni, wyczerpani.

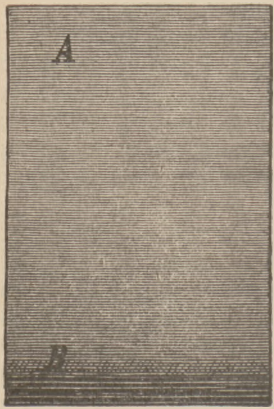
Kwas węglowy (dwutlenek węgla), jako drobna domieszka w powietrzu, nie ma znaczenia dla ludzi i zwierząt, ale stanowi pożywienie roślin. W większej ilości zawarty, czyni powietrze dusznem, a nawet zabójczem.

Niedawno wykryto jeszcze kilka gazów w powietrzu, z których najobfitszy nazywa się *argon* i jest podobny do azotu. Wszystkie jednak składniki stanowią małą cząstkę powietrza, w porównaniu z masą azotu i tlenu.

2. Ilość azotu do tlenu w atmosferze ma się jak 4 : 1, t. j. azotu jest 4 razy więcej, niż tlenu. Argonu jest zaledwie 1%, a pary wodnej i kwasu węglowego jeszcze mniej, zresztą nie zawsze jednakowo. Chcąc dokładniej zdać sobie sprawę z tych ilości, wyobraźmy sobie, że w powietrzu, zawartem w dużej pace, objętości 1 metra sześc. = 1000 litrów (kwart), rozdzieliliśmy wszystkie składniki; wypadałoby 780 litrów azotu, 200 tlenu, 10 argonu, około $^1/_2$ litra kwasu węglanego i 60 kropel wody (4 gramy).

3. Powietrze, jak każda materya, ma pewną *wagę*. Jako gaz, czyli ciało lotne, powietrze zagęszcza się pod ciśnieniem, t. j. objętość powietrza mocno się zmniejsza. W atmosferze, skutkiem ciężaru górnych warstw, dolne są coraz gęstsze, tak, iż gdybyśmy mogli widzieć powietrze, jak widzimy dym lub kurz, mieli-

byśmy obraz atmosfery jak na rys 35. Litr (kwarta) powietrza, zaczerpniętego wysoko (A), waży daleko mniej, niż ten sam litr powietrza, zaczerpniętego tuż nad ziemią (B). Wzwykłej atmosferze naszych miast pól, lasów i t. p., 1 litr powietrza waży 1,3 grama (10 kwart powietrza waży 1 łut). Ponieważ litr wody waży 1 kg. = 1000 g., powietrze jest 770 razy lżejsze od wody.



rys. 35. Gęstość atmosfery.

Jak każdy gaz czyli ciało lotne, powietrze jest *rozprężliwe*, t. j. rozchodzi się w obszarze bez granic; cząstki jego nie mają najmniejszej spójności, nato-

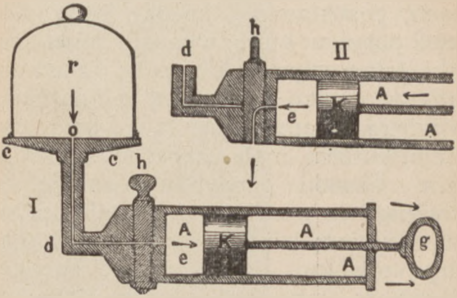
miast są w ciągłym ruchu. Dzięki tylko sile ciężkości, atmosfera trzyma się ziemi, pomimo że faluje wciąż, jak woda w oceanie.

4. Cząstki powietrze, oddalając się od siebie, to zbliżając we wszelkich kierunkach, pozostawiają między sobą luki czyli pory, w które wpadają inne cząstki, lotne, płynne lub stałe. Stąd powietrze prędko miesza się z inną masą powietrza, napełnia się łatwo parą, dymem, kurzem, mgłą, zapachem rozmaitym. Cząstki powietrza wciskają się również we wszelkie ciała stałe i płynne, skutkiem dziurkowatości owych materyi; stąd np. woda zawsze zawiera powietrze, jako też kamienie, gleba i w ogóle wszystko, co ma styczność z atmosferą.

5. Na własnościach powietrza zasadza się mnóstwo narzędzi i aparatów, z jakich korzystamy bądź w nauce, przemyśle, bądź w życiu powszedniem. Należą tu pompy powietrzne, balony, barometry, sikawki, lewar, syfon, miech i wiele innych.

27. Pompa powietrzna.

Spostrz. Skoro z naparstka wyssiemy powietrze, naparstek przystaje mocno do języka.—Przy stawianiu baniek rozgrzewa się płomieniem powietrze w bańce, a po przyłożeniu ciało zostaje głęboko wciągnięte do bańki; do oderwania bańki trzeba pewnego wysiłku.



rys. 36. Pompa powietrzna.

1. Do rozrzedzenia powietrza w wysokim stopniu służy *pompa powietrzna* (maszyna pneumatyczna); podobnież nazywa się przyrząd do zgęszczania powietrza. Pompa pierwszego rodzaju,

stosownie do działania, otrzymała miano *ssącej*, drugiego — pompy *tłoczącej*. Urządzenie jednej i drugiej pompy w najprostszej postaci jest takie same, tak iż ten sam przyrząd może służyć na użytek podwójny. Główne części stanowią: walec z tłokiem, rura łączna i kran odpowiednio przewiercony (rys. 36); do części dodatkowych należy talerz i klosz.

2. *Walec* (cylinder) pompy robi się z metalu lub szkła i mieści w sobie tłok (k), który suwa się z łatwością od jednego dna walca do drugiego, a przytem zamyka go szczelnie. Od dna walca (*e*) prowadzi rura, łącząca go z naczyniem, z jakiego mamy wyciągać powietrze; np. kloszem (*r*), przystającym szczelnie do talerza (*cc*); w rurze łącznej obraca się kran (*h*). Kran jest przewiercony raz w poprzek na wylot w kierunku rury, jak wyobraża dolna (I) część rysunku 36, a drugi raz w środku do połowy grubości, tak iż wylot prowadzi z walca na otwarte powietrze, jak w części (II) górnej rysunku.

Skoro wepchniemy tłok do rury, a kran ma położenie II, powietrze z walca uchodzi przez kran w atmosferę. Za pociągnięciem tłoka z powrotem, gdy jednocześnie przekręcimy kran na położenie I, powietrze z klosza wpada przez kran do walca, czyli pozostanie w kloszu mniej powietrza; powietrze więc się *rozrzedza*. Następuje znów ustawienie II kranu i wepchnięcie tłoka — powietrze usuwa się z walca; potem ustawienie I kranu i wyciągnięcie tłoka—powietrze się rozrzedza i t. d., aż klosz prawie opróżni się z powietrza.

Całkowicie wyciągnąć powietrza niepodobna, z powodu choćby niedoskonałości przyrządów. Skoro się mówi o *próżni* w kloszu lub innem naczyniu, rozumie się przestrzeń o znacznem rozrzedzeniu powietrza, np. do $^1/_{100}$, $^1/_{1000}$, a nawet milionowej części tego, co było. Że zaś powietrze było zaczerpnięte z otwartej atmosfery, czyli znajdowało się pod jej ciśnieniem, powiadamy, że *próżnia* czyli *rozrzedzenie* w kloszu *dosięga* $^1/_{100}$ *lub* $^1/_{1000}$ *atmosfery.*

3. Do zagęszczania powietrza, należy klosz mocno przyśrubować do talerza, a poruszając tłokiem, nadawać za każdym razem kranowi położenie przeciwne, niż do rozrzedzania. W ten sposób można do klosza wtłoczyć 2, 3, 4 razy tyle i więcej powietrza, niż było przedtem, co się wyraża: *powietrze ścieśnione do 2, 3, 4 atmosfer.*

3. Doświadczenia. Po rozrzedzeniu powietrza w kloszu, przystaje on tak mocno do talerza, że go oderwać niepodobna.—Otwór słoika zawiązuje się pęcherzem i ze słoika wyciąga się powietrze; pęcherz zostaje wtłoczony i pęka. — Jabłko pomarszczone wygładza się pod kloszem pompy. — Woda zaledwie letnia gotuje się w czasie wyciągania powietrza.—Świeca gaśnie w kloszu natychmiast, skoro powietrze prędko rozrzedzamy. — Zwierzęta duszą się w próżni, ale odżywają zaraz, jak tylko powietrze wpuścimy.

4. Do zastosowań pompy rozrzedzającej należy opróżnianie lampek elektrycznych z powietrza, hamulce powietrzne w pociągach, odparowywanie wie-

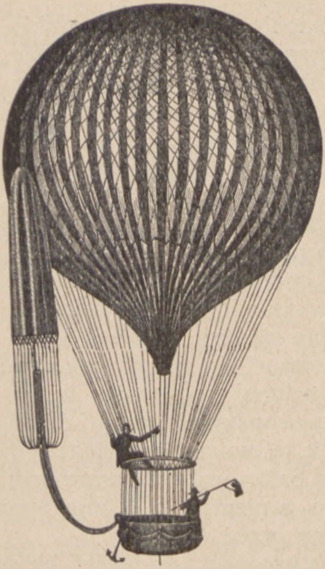
lu cieczy (rtęci, mleka) przy słabem ogrzewaniu. Pompa zgęszczająca stosuje się do skraplania gazów ciśnieniem, do nasycania gazem wód mineralnych, do poczty rurowej czyli pneumatycznej, nadymania piłek i obręczy gumowych rowerów, samojazdów i t. p.

28. Balon.

D o ś w. i s p o s t r z. Bańki mydlane unoszą się w powietrzu.—Balonik z bibułki, mający otwór u dołu, pod którym zapalono nieco spirytusu na wacie, ulatuje do góry i może nawet unieść pewien ciężar.

1. Powietrze rozrzedzone, jako lżejsze, unosi się, a skoro jest zawarte w lekkiej powłoce, unosi ją z sobą. Zamiast rozcieńczonego powietrza można zamknąć w powłoce gaz lekki, który udźwignie ją i nadto jeszcze jakiś ciężar. Stosuje się to na większą skalę w *balonie*, który ma zwykle postać ogromnej kuli albo walca ze śpiczastemi końcami i wyrabia się z lekkiej a gęstej tkaniny jedwabnej (kitajki). Kulę otacza *siatka* sznurowa, która zabezpiecza

ją od pęknięcia, a zarazem służy do zawieszenia *kosza* (zwanego też *łódką*),



rys. 37. Balon ze spadochronem.

gdzie mieszczą się ludzie i narzędzia (rys. 37). W górze balonu znajduje się

klapa, którą można za pociągnięciem sznura otwierać, w celu pozbycia się części gazu.

2. Napełnia się balon zwykle *gazem świetlnym*, a gdzie go brakuje, *wodorem*; oba te gazy są znacznie lżejsze od powietrza, zwłaszcza wodór (14 razy). Powszechnie balon wydęty ma wielkość domu kilkopiętrowego i mieści kilka, tysięcy metrów sześc. gazu. W początku napełniania, balon rozwiesza się na słupach; w miarę jak się nadyma, podnosi się sam i dźwiga z ziemi kosz wraz z ludźmi i ciężarami. Wtedy odczepia się liny, wiążące balon do ziemi, i wznosi się on powoli, spokojnie, aż na pewnej wysokości waga całego balonu ze wszystkiem, co dźwiga, zrówna się z wagą wypartego powietrza. Wtedy balon jest *w zawieszeniu* między niebem a ziemią, t. j. buja swobodnie, pędzony przez wiatry.

3. Wysokość, do jakiej balon dojść może, bywa tem znaczniejszą, im mniej waży, a większą ma objętość. Ludzie nie mogą oddychać powietrzem bardzo rozrzedzonem, jakie istnieje na wyso-

kości 8 kilometrów i wyżej, a także nie znoszą ciśnienia zbyt małego, które sprawia im krwotoki; stąd balon z ludźmi nie szybuje nigdy wyżej 6 do 8 km. Balony bez ludzi, mieszczące przyrządy naukowe, które automatycznie notują spostrzeżenia, dochodzą nieraz wysokości 30, a nawet 37 km. (5 mil) nad ziemią. Wogóle, wznoszenie się balonu polega na tej samej zasadzie, co pływanie ciał (por. rozdział 24). Balon po dojściu do największej wysokości, gdy jest w zawieszeniu, t. j. nie podnosi się, ani opada, pływa po warstwach gęstszych, jakie są poniżej. Ażeby się wznieść wyżej, trzeba ulżyć balonowi przez wyrzucenie jakiegoś ciężaru, np. piasku, który zabiera się w workach do tego celu przeznaczonych (*balast*). Opadanie zaś balonu osiąga się, wypuszczając gaz przez górną klapę.

4. W razie wypadku z balonem, np. rozdarcia albo pożaru, można się ocalić za pomocą *spadochronu* przywiązanego zwykle do balonu z boku (rys. 37). Jest to wielki krąg płócienny, 2 do 3 m. średnicy, uwiązany na obwodzie za pomo-

cą sznurów, których dolne końce łączą się przy koszu. W całości przypomina parasol, gdzie zamiast drutów są sznury. Odczepiony od balonu, spadochron leci wraz z koszem na dół, z początku prędko, jak kamień, ale niebawem parcie powietrza go rozpina i pęd powstrzymuje, tak iż spadając z dużej wysokości (300 — 400 metrów lub wyżej), spadochron leci coraz wolniej, wreszcie buja niby piórko i łagodnie dotyka ziemi.

5. Dotychczas mają balony mało zastosowania, a to ze względu nietylko na swą kosztowność, ale i na trudność kierowania się w przestrzeni. Odbywają się w różnych krajach próby balonów ze *sterem*, ażeby mogły żeglować tam, dokąd chcemy. Udało się to osiągnąć niekiedy, mianowicie przy spokojnem powietrzu (okrążenie wieży Eiffla w Paryżu); silny wiatr jednak stanowi do tej pory zaporę nieprzezwyciężoną.

Podróże balonowe należą do najbardziej niebezpiecznych wędrówek człowieka, i wątpliwem jest, czy kiedykolwiek przyjmą się tak, jak np. żegluga morska. Obecnie służą głównie do celów nauko-

wych, a zwłaszcza wojskowych (zdejmowanie planów fortyfikacyi, wyśledzenie ruchów nieprzyjaciela, ucieczka z miasta oblężonego). Niebezpieczne bywa też wylądowanie, do czego trzeba wielkiej zręczności i przytomności; do zatrzymania balonu służy *kotwica*.

29. Barometr.

D o ś w. Nalewa się wody do rurki szklanej, zatkawszy ją przedtem palcem u dołu; następnie zatyka się i u góry i zanurza wraz z ręką do miski z wodą, trzymając rurę pionowo. Po odjęciu ręki, zamykającej rurkę z dołu, woda w rurce trzyma się i ani kropla wody z niej nie wypłynie. Skoro zaś otworzy się rurkę i w górze, odejmując palec, woda natychmiast opadnie.—To samo doświadczenie powtarza się, napełniwszy rurkę rtęcią i zanurzając dolnym końcem do miseczki ze rtęcią Po otwarciu rurki u dołu rtęć nie wyleje się, o ile rurka nie jest dłuższa nad 76 cm; w przeciwnym razie rtęć opadnie do wysokości 76 cm., a nad rtęcią, pod palcem, utworzy się *próżnia*, t. j. nie zostanie *nic* (ani powietrza).

1. Jak książka na stole wywiera wagą swą ciśnienie, jak woda w dzbanie ciśnie na dno własnym ciężarem, podo-

bnież i powietrze, jako materya, posiadająca pewną wagę, ciśnie na wszystko, nad czem się znajduje, czyli na całą powierzchnię ziemi i ciał na niej położonych. Zatem *ciśnienie atmosfery* jest skutkiem wagi powietrza. Jest ono w stanie utrzymać rtęć w rurce na wysokości 76 cm., a wodę, jako $13^1/_2$ razy lżejszą od rtęci, na wysokości przeszło 10 metrów, (t. j. przeszło 2 pięter).



rys. 38.
Barometr.

Tak więc, *słup rtęci wysoki na 76 cm. równoważy ciśnienie atmosfery*. Jest to tylko *średnie* czyli *normalne* ciśnienie atmosfery; waha się ono o kilka centymetrów ze zmianą pogody, i spada mocno, w miarę wznoszenia się w powietrzu.

2. Do oznaczenia ciśnienia powietrza służy *barometr*. Zwykłą jego postać wyobraża rys. 38. Na długiej prawie na metr deszczułce mieści się rurka szklana, któ-

ra u dołu ma niewielkie zagięcie w kształcie U i wydęta jest w bańkę na końcu. Cała rurka, z wyjątkiem górnego, zamkniętego końca, zawiera rtęć, która stoi w rurce znacznie wyżej, niż w bańce; nad rtęcią w rurce jest próżnia zupełna.

3. Na rtęć w rurce (w próżni) nic nie ciśnie, a w otwartej bańce ciśnie powietrze atmosferyczne; to też utrzymuje ono w rurce słup rtęci wysoki średnio na 76 cm. (30 cali ang.). Skoro ciśnienie to się zmniejsza, jak to bywa w razie niepogody, rtęć opada cokolwiek; jeżeli zaś ciśnienie powietrza wzrasta, jak bywa zwykle w czasie pogodnym, a zwłaszcza w czasie suszy, rtęć podnosi się w rurce. Takie *wahania* słupa rtęciowego w barometrze, umieszczonym stale w jednem miejscu, dochodzą 6 a nawet 8 cm., t. j. rtęć podnosić się może do 80 cm., a opadać do wysokości 72 cm. nad poziomem rtęci w bańce.

4. Słup 76 cm. rtęci ma miejsce na poziomie morza. W miarę wznoszenia się nad ten poziom, np. w balonie, albo wstępowania na górę, rtęć

opada, ponieważ mniej warstw powietrza ciśnie na nią, a przytem powietrze jest coraz rzadsze (por. rys. 35). Na niewielkich wyżynach, jak w naszym kraju, rtęć opada na 1 mm., skoro barometr wzniesie się na $10^1/_2$ metra. W Warszawie barometr wskazuje średnio nie na 76 cm., ale tylko na 75 cm., czyli o 10 mm. niżej normy; stąd wypada, że Warszawa leży o 105 metrów po nad poziomem morza. W ten sposób barometr służyć może do *pomiaru wyniesienia* różnych miejsc ziemi, oznaczenia wysokości gór, wzlotu balonu.

5. Barometr, umieszczony stale w pewnej miejscowości, okazuje codzień, a nawet co parę godzin, wahania rtęci, czyli zmiany ciśnienia, zależne od chwilowych wiatrów, od których zmienia się i stan pogody. Wahania te poprzedzają zwykle zmianę pogody; stąd można *przewidywać pogodę* na czas pewien. Normalna wysokość rtęci, t. j. 76 cm. (w Warszawie 75 cm.), oznacza się w barometrze praktycznym wyrazem «odmiana»; skoro rtęć się podnosi do tego miejsca, należy się spodziewać pogody t. j.

w lecie upału, w zimie mrozu, skoro opada—niepogody, t. j. deszczu lub śniegu, wiatru. Im większe są te wahania od normy, im szybciej zachodzą, tem pewniejsza bywa przepowiednia pogody.

30. Lewar i pompy wodne.

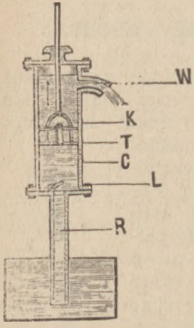
Dośw. i śpostrz. Wodę ze szklanki można pić przez słomkę, ciągnąc ustami.—Skoro przyłożę usta do wylotu rurki zanurzonej dolnym końcem w cieczy i pociągnę ustami powietrze, ciecz wchodzi do rury i staje na pewnej wysokości (rys. 39); odjąwszy usta i zatkawszy natychmiast rurkę palcem, mogę ją wyjąć z cieczy, a mimo to ciecz się nie wyleje; chcąc ją wypuścić z rurki, trzeba odjąć palec.—Gdyby zamiast ustami wyciągnąć powietrze za pomocą pompy, t. j. prawie całkowicie, woda podniosłaby się aż do wierzchu rury, długiej na 10 metrów (por. ust. 29, § 1).



rys. 39. Lewar.

1. Narzędzie do wyciągania płynu z naczynia i przelewania go do innego naczynia, zowie się *lewarem* (rys. 39). Ma on zwykle kształt rurki, w środku wydętej,

u dołu wąsko zakończonej, i służy też do odmierzenia dokładnej ilości płynu (np. do znaku *a*). Lewarek taki, gdzie wciąganie odbywa się ustami, nie może być wielki; powietrze bowiem ustami niewiele można rozrzedzić, a siłą, która podnosi płyn w lewarze, jest ciśnienie atmosfery.



rys. 40. Pompa ssąca.

2. Do podnoszenia wody na większą wysokość służą *pompy wodne*; podobnie jak pompy powietrzne, bywają one ssące i tłoczące. Właściwie każda z nich podnosi wodę przez *ssanie*, t. j. wyciąganie powietrza rury, do której woda wpada pod ciśnieniem atmosfery. Podniesiona tą drogą woda wylewa się następnie w pompie ssącej własnym ciężarem, a więc zawsze na dół, w tłoczącej zaś wypycha ją siła obca, np. ręki albo pary, tak iż

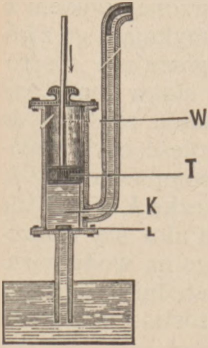
woda może tryskać na dowolną wysokość.

3. *Pompa ssąca* (rys. 40), używana powszechnie przy studniach, składa się z długiej rury drewnianej, zanurzonej u dołu w wodzie i opatrzonej tłokiem *k*, z otworem i klapką, zamykającą go z góry, druga klapa *b*, otwierająca się również do góry, mieści się w samej rurze. Nad ziemią znajduje się rura do wypływu wody *a* i rękojeść czyli dźwignia zakrzywiona do pompowania *gęh*. Skoro naciśniemy rączkę *h*, tłok idzie do góry, powietrze pod nim się rozrzedza, zatem ciśnienie jego na wodę w rurze się zmniejsza, w studni zaś ciśnie cała atmosfera; woda zostaje wepchnięta do rury, podnosi klapę *b* i wchodzi dalej na pewną wysokość.

Za poruszeniem rączki do góry, czyli tłoka na dół, powietrze pod tłokiem się zagęszcza i parciem swojem, a także i wody, znajdującej się nad klapą *b*, zamyka tę klapę, tak iż woda wylać się z rury dołem nie może.

Skoro tłok powtórnie pójdzie do góry, wchodzi nowy zapas wody do rury po

nad klapę *b* i t. d., aż dojdzie do tłoka (który nie może być nad wodą wyżej 10 m.). Wtedy za opadnięciem tłoka, woda przechodzi przez otwór w nim, podnosi klapkę *k* i wydostaje się na wierzch. W ten sposób, po kilku poruszeniach pompy woda nad tłokiem zbiera się coraz wyżej, aż dosięgnie rury bocznej *a*, skąd się wylewa.



rys. 41. Pompa tłocząca.

4. *Pompa tłocząca* (ssąco - tłocząca) czyli *sikawka* ma urządzenie podobne, ale tutaj rura do wypływu wody zaczyna się tuż nad klapą dolną *b* (rys. 41), tłok nie ma wcale otworu, natomiast druga klapka *k* znajduje się w rurze bocznej, do wypływu.

Za pociągnięciem tłoka do góry, woda wchodzi do rury pionowej, podnosi klapę *b* i wydostaje się nad nią. Za naci-

śnięciem zaś tłoka, klapa *b* się zamyka, woda otwiera klapę boczną *k* i pędzi do góry, wytryskując tem wyżej, im większa siła ciśnie na tłok.

Sikawka jest praktyczniejsza od pompy czysto ssącej, gdyż pozwala kierować dowolnie strumieniem wody, jeżeli się rurę do wytrysku zrobi giętką; dla tego też ma ona szersze zastosowania do polewania ulic, ogrodów, do gaszenia pożaru i t. p.

W *sikawce ogniowej*, używanej przez straż ogniową, oprócz pompy ssącotłoczącej znajduje się zbiornik, gdzie powietrze zagęszcza się działaniem pompy, i cisnąc stale na wodę, czyni wytrysk równym, nieprzerwanym.

31. Syfon i tryskawka.

1. Za pomocą zgęszczonego powietrza można otrzymać wytrysk wody lub wypływ mniej lub więcej silny. Napełniwszy do połowy flaszkę wodą, zatyka się ją korkiem, przez który przechodzi wąska rurka, otwarta z obu końców. Sko-

ro się przez ową rurkę napędzi powietrza, bądź dmuchając mocno ustami, bądź pompką, powietrze zgęszczone ciśnie na wodę i wypiera ją za otwarciem rurki; woda tryska na razie wysoko,



rys. 42. Bania Herona.



rys. 43. Tryskawka.

w miarę zaś jej ubywania, zwiększa się objętość powietrza, ciśnienie wewnątrz spada, aż się zrównoważy z atmosferą, i wypływ ustaje. Podobny przyrząd zowie się *banią Herona* (rys. 42).

Skoro rurka jest zagięta nad flaszką wylotem na dół i opatrzona kranem, któ-

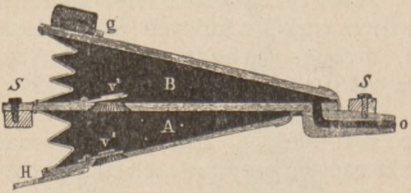
ry się otwiera za naciśnięciem klameczki przyrząd stanowi zwykły *syfon* do wód gazowych. Gazem, jakim się go nasyca, jest kwas węglowy, który rozpuszcza się łatwo, tak iż woda zawiera w roztworze objętość gazu, kilka razy większą od własnej objętości.

2. Jeżeli przez korek flaszki przechodzą dwie rurki, z których jedna dosięga dna, a druga wchodzi tylko do szyjki, obie zaś rurki są wygięte, jak wskazuje rys. 43, przyrząd nazywa się *tryskawką*. Napełnia się ją cieczą, jaką mamy spłukiwać coś przy pracach chemicznych, czy aptecznych, np. proszek z miseczki, osad z filtru; skoro się dmucha przez krótszą rurkę, zwiększone ciśnienie na ciecz wylewa ją cienkim prądem z rurki dłuższej.

32. Miech.

1. Do mocnego dmuchania, czyli otrzymania silnego prądu powietrza służy *miech*. Najwięcej stosuje się duże miechy w kuźniach, fabrykach i warsztatach do podniesienia żaru ogniska.

2. Miech prosty czyli *pojedyńczy* daje strumień powietrza przerywany, składa się z dwu desek, spojonych ruchomo skórą, tak iż między niemi powstaje przestrzeń zamknięta (rys. 44, część B, *bez* części A). W jednej z desek, np. dolnej, jest otwór, zamykany od we-



rys. 44. Miech podwójny.

wnątrz klapką (*v*). Za naciśnięciem miecha, powietrze w nim się cokolwiek zagęszcza, zamyka klapkę i wychodzi czyli dmie przez wąską rurkę (*o*). Skoro cały prawie zapas powietrza się wyczerpie, trzeba miech rozciągnąć, t. j. deszczułki od siebie oddalić, a przez ten czas powietrze wchodzi do pustego miecha przez otwartą klapkę (*v*), zarówno jak przez wylot (*o*); dęcie więc ustaje,

a nawet ma miejsce wciąganie powietrza z powrotem przez ten sam wylot. Miech taki nie nadaje się do rozniecania ognia, nietylko dlatego, że dmie z przerwami, ale że wciągając z ogniska płomień i węgle, może się spalić. Podobny mały mieszek służy do zdmuchiwania kurzu.

2. Łącząc z sobą dwa miechy pojedyncze, otrzymuje się *miech podwójny*, o stałem dęciu, czyli jednostajnym prądzie powietrza, bez przerwy (rys. 44 w całości). Tutaj przegroda czyli deska środkowa leży nieruchomo na belkach s s; górną deskę naciska ciężar *g*, a dolna posiada rączkę H; obie klapy *vv* otwierają się do góry, do wnętrza.

Skoro dolną deskę pociągnie się za rączkę H do góry, powietrze zgęszcza się, zamyka klapę dolną, a otwiera górną i napełnia miech B, częściowo zaś pod naciskiem ciężaru *g*, dmie otworem *o*. Gdy cały zapas powietrza z A przejdzie do B, puszcza się deskę H, która opada własnym ciężarem, otwierając miech dolny, który napełnia się powietrzem przez *v*. Dzieje się to prędko, zanim powietrze

z górnego miecha zdąży ujść przez wylot *o*, tak iż miech górny ciężarem swym dmie ustawicznie przez ten czas, gdy dolny nabiera powietrza. Miech daje więc prąd ciągły i równy; oprócz użycia do ognia, służy jako niezbędne źródło dęcia w grze na organach (kalikowanie).

IV. O GŁOSIE.

33. Głos.

D o ś w. i s p o s t r z. Klaszcząc w dłonie, odbiera się wrażenie za pomocą trzech zmysłów: wzroku, czucia i słuchu; to ostatnie, odgłos klaśnięcia, słychać tylko w chwili uderzenia.—Wrażenie dźwięku mamy też w razie uderzenia w dzwonek; trwa ono czas pewien, ale ustaje natychmiast, skoro dotkniemy dzwonka ręką. — Drut stalowy utwierdza się mocno jednym końcem, a drugi koniec, wolny, odchyla się na bok; drut waha się, migocząc na prawo i lewo, przyczem wydaje głos donośny (rys. 45).—Kamerton uderzony dźwięczy bardzo słabo; oparty rączką na stole, brzmi donośnie.

Dotykając kamertonem dźwięczącym brzegu szklanki, słyszymy cały szereg uderzeń, a głos kamertonu zawiera.

1. *Głos* jest wrażeniem, jakie odbieramy za pomocą słuchu. Istota jego polega na *drganiu* ciał, które wynika zwykle z uderzenia dwu ciał o siebie.

Głos przyjemny, o drganiach równych, zowiemy *dźwiękiem*.

2. Z pomiędzy różnych rodzajów głosu można wyróżnić huk, hałas i ton. *Huk* stanowi mocny głos chwilowy którego trwania ocenić uchem niepodobna, np. wystrzał z fuzyi, uderzenie młotu. *Hałas* jest szeregiem głosów chwilowych bądź jednostajnych, bądź niejednostajnych, mocnych i słabych, stąd otrzymuje nazwy rozmaite: trzask, grzmot, szmer, szelest, plusk, syk, turkot i t. p. *Ton* stanowi dźwięk pojedyńczy, ciągły, przyjemny dla ucha. Wszystkie te rodzaje głosu zasadniczo nie różnią się między sobą, polegają bo-



rys. 45. Drut drgający dźwięczy.

wiem na drganiach; na charakter zaś głosu wpływa rozmaita obszerność drgań, częstość, skład i czas trwania.

3. *Tony muzyczne* są to dźwięki ciągłe, mniej lub więcej złożone, sprawiające przyjemne wrażenie w słuchu. Powszechnie używane tony muzyczne mają liczbę drgań bardzo zmienną, od jakichś 50 do 4000 na sekundę. Tony o mniejszej ilości drgań brzmią szorstko, powyżej zaś 4000 piskliwie.

4. Do wydobycia tonów muzycznych służy cały zasób *instrumentów*, które wogóle dzielą się na strunowe i dęte. Do narzędzi *strunowych* należy arfa, fortepian, skrzypce, bas, cytra, gitara, gdzie ton powstaje przez uderzanie struny, szarpanie palcami albo pociąganie smyczkiem (instrumenty smyczkowe). W instrumentach *dętych* ton sprawia drganie powietrza w rurach czyli *piszczałkach*; tu należą trąby rozmaitej postaci, flet, klarnet, rożek, organy kościelne. Jako *pomocnicze* narzędzia muzyczne, do wywołania szczególnych efektów, służą różne instrumen-

ty *uderzane*, jak bęben, kotły, talerze, dzwonki, cymbały.

34. Krtań.

Dośw. i spostrz. Wylot rurki zawiązuje się błonką gumową, przecina się delikatnie błonkę wzdłuż średnicy, i przyłożywszy ją do ust, wciąga powietrze; błonka wydaje głos beczący. Podobny głos będzie, jeżeli się do rurki przystosuje balonik kauczukowy, nadmie go i następnie wypuści powietrze. Tu i tam źródłem głosu są drgania błonki, której brzegi to się stykają, to rozwierają nadzwyczaj szybko.

1. Narzędziem głosu w gardle człowieka jest *krtań* czyli *głośnia*. Stanowi ona górne zakończenie tchawicy i leży w przedniej części szyi, tuż pod skórą; składa się z chrząstek, złączonych mięśniami i błonami, i tworzących razem jamę, którędy przechodzi powietrze z płuc do ust i nosa. Mięśnie poruszają cząstki krtani, przez co zmienia się postać i wielkość jamy.

2. W poprzek jamy krtaniowej idą dwie błonki, *struny głosowe*, napięte tak, iż tworzą między sobą wąziutką *szparę*

głosową (rys. 46). Za poruszeniem chrząstek krtani zmienia się napięcie strun głosowych i wielkość szparki głosowej.

3. Skoro brzegi strun czyli błonek prawie stykają się z sobą, a z płuc wychodzi prąd powietrza, wprawia on błonki w drgania, które za pośrednictwem powietrza rozchodzą się jako głos dokoła. Podobnie jak struna fortepianu, im krótsza i mocniej naprężona, tem wydaje *ton wyższy*, i głos ludzki bywa tem wyższy, im krótsze są i bardziej napięte struny głosowe. Wielkość jamy głosowej, układ ust i języka wpływa na przymioty głosu, zmieniając jego *dźwięczność*.



rys. 46. Struny głosowe krtani.

35. Echo.

Spostrz. Piłka, uderzając prostopadle o ziemię lub ścianę, odskakuje w tym samym kierunku, czyli odbija się i powraca tam, skąd

wyleciała. Podobnież i głos może się odbijać od gładkich powierzchni i powrócić w to samo miejsce, skąd pochodzi.

1. Głos rozchodzi się w powietrzu na wszystkie strony; może się też rozchodzić w płynach i materyach stałych, i to nawet z większą łatwością. *Szybkość* głosu wynosi około 340 metrów w powietrzu średnio ciepłem, jak np. w pokoju, to znaczy, że głos na sekundę przechodzi odległość 340 m.

Skoro fale głosowe, t. j. drgania powietrza, jakie wywołuje ciało dźwięczące, trafiają na ścianę, udzielają się po części tej ścianie (można bowiem głos słyszeć za nią), a częściowo *odbijają* się z powrotem, tak iż jeden dźwięk słyszeć można 3 razy: wprost od ciała dźwięczącego, po za ścianą i po odbiciu od ściany.

3. Skoro dźwięk odbity powraca na to samo miejsce, skąd pochodzi, to albo wzmacnia siłę dźwięku, albo powtarza dźwięk, jeśli ten jest przerywany, np. mowa ludzka. Ucho może wyraźnie rozróżnić w ciągu sekundy 5 dźwięków mowy, t. j. sylab, czyli na usłyszenie jednej sy-

laby trzeba najmniej $^1/_5$ sekundy. Jeżeli więc po wymówieniu sylaby głos powtarza ją natychmiast, zlewa się on z nią i wzmacnia; jeżeli powtarza po $^1/_5$ sekundy lub później, wtedy słychać wyraźnie powtórzenie tej sylaby. Takie powtórzenie głosu wskutek odbicia zowie się *echem*, wzmocnienie zaś *pogłosem* (niewłaściwie „rezonansem").

4. Łatwo oznaczyć najbliższą odległość, w jakiej powstawać może echo. Ażeby słyszeć echo *jednozgłoskowe*, t. j. powtórzenie jednej sylaby, trzeba, aby głos odbity powrócił do mówiącego po upływie $^1/_5$ sekundy; że zaś na 1 sekundę głos przebiega 340 m., w $^1/_5$ sek. przejść musi 68 m. Zatem odległość od mówiącego do ściany i napowrót wynosić powinna 68, czyli ściana znajdować się o 34 metry.

W razie odległości mniejszej, powstaje tylko pogłos, wzmocnienie wydanego dźwięku i jakby przedłużenie jego; zlewa się ono w mowie ciągłej z następnemi sylabami i przeszkadza wyraźnie słyszeć mowę. Pogłos taki sprawia, że w pustych salach słychać mowę głośno, ale niewyraźnie.

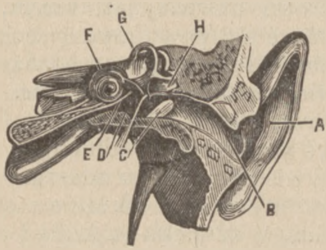
Przy większej odległości mówiącego od ściany bywa echo *dwuzgłoskowe* i *wielozgłoskowe*; np. w razie odległości 68 m. echo może powtórzyć wyraźnie 2 sylaby. Zresztą zależy to od prędkości wymowy; jeżeli ktoś mówi prędzej, wypowiada 6 sylab na sekundę, echo jednozgłoskowe będzie wymagało odległości 28 m. od ściany.

5. Krótki dźwięk, jak krzyk, wystrzał, może się powtórzyć w echu raz tylko albo kilka razy; stąd odróżniamy echo *jednokrotne* lub *wielokrotne*. Pierwsze bywa wtedy, jeżeli głos trafia jedną tylko powierzchnię odbijającą, co się w rzeczywistości rzadko zdarza. Echo wielokrotne powstaje skutkiem odbicia tego samego dźwięku o kilka i więcej powierzchni; jest to objaw powszechny, choć rzadko kiedy odbicia słychać tak wyraźnie jedno po drugiem, aby je można policzyć. Tu należy echo leśne, górskie, echo w ruinach, portach, gdzie całe szeregi ścian, drzew, masztów odbijają głos. W zamku Simonetta pod Medyolanem słychać dobitnie echo 7-krotne,

pod skałą Loreley nad Renem (około Bingen) 17-krotne.

36. Ucho.

1. Ucho jest narządem *słuchu*. Składa się z *trzech przedziałów*: zewnętrznego, średniego i wewnętrznego (rys. 47).



rys. 47. Budowa ucha.

Ucho wewnętrzne posiada konchę uszną (*a*) i przewód uszny (*b*), zamknięty od środka bębenkiem czyli błoną bębenkową (*c*). Koncha jest u człowieka prawie nieruchoma, posiada natomiast liczne fałdy, jak w muszli, tak iż chwyta

głosy, idące z różnych stron. U zwierząt to chwytanie dźwięków ułatwia ruchliwość ucha, natomiast ma ono postać rurki gładkiej, prawie niepomarszczonej.

Ucho średnie czyli *środkowe* nazywa się także *jamą bębenkową* (*d*); zawiera 3 drobne kostki, młotek (*e*), kowadełko (*f*) i strzemię (*g*), nazwane tak wedle upatrzonego podobieństwa i stykające się po jednej stronie z bębenkiem (*c*), a po przeciwnej z błonką podobną, zwaną okienkiem owalnem (*g*, lewa strona). Od jamy tej prowadzi wąski kanał (*h*), t. zw. trąbka Eustachiusza, do gardzieli i tą drogą łączy ucho średnie z ustami i nosem.

Ucho wewnętrzne, inaczej *labiryntem* zwane, leży w głębi kości skroniowej i składa się z przedsionka (*i*), trzech łukowatych przewodów (*k*) i ślimaka (*l.m*). Całą jamę labiryntu wypełnia ciecz wodnista; tutaj dochodzą końcówki nerwu usznego, połączone w sposób nader subtelny z drobnemi niewidzialnemi włoskami i więzami.

2. *Słyszenie* daje się wytłomaczyć w sposób następujący: fale głosowe (po-

wietrze drgające), padające na konchę, idą dalej przewodem usznym do bębenka, który wprawiają w drganie; stąd drgania przechodzą za pośrednictwem kostek do labiryntu, i wstrząsając ciecz w nim zawartą, oddziaływają na końcówki nerwu, ktory te pobudzenia przenosi do mózgu jako wrażenia głosu.

V. O CIEPLE.

37. Ciepło.

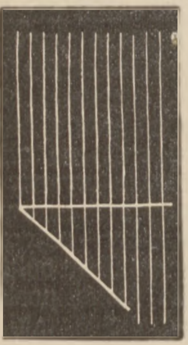
D o ś w. i s p o s t r z. Wchodząc w zimie do ogrzanego pokoju, doznajemy uczucia ciepła; wychodząc na dwór, odczuwamy zimno. — Dotykając ręką rozgrzanego pieca, mamy wrażenie ciepła, dotykając lodu — wrażenie zimna. Balonik, nadęty gazem i umieszczony przy gorącym piecu, rozdyma się wyraźnie; wystawiony na mróz, maleje. — Woda za ogrzaniem gotuje się, czyli zamienia na ciało lotne, parę, za oziębieniem marźnie, czyli zamienia na lód, ciało stałe.

1. *Ciepło* jest to przyczyna szczególnego *wrażenia*, jakie odbieramy za pomocą zmysłu czucia (skóry), a zo-

wiemy ciepłem, gorącem, żarem, chłodem, zimnem. Zarazem jest to przyczyna rozszerzania się ciał i kurczenia, jako też topienia, krzepnięcia, wrzenia i skraplania, czyli w ogólności — przyczyna *zmian objętości* i *stanu skupienia*. Zimno, jako osobna, inna przyczyna, nie istnieje; pod wyrazem *zimno* rozumiemy stopień ciepła znacznie niższy od naszego ciała lub od pewnej bliskiej mu normy, a *chłód* — mało co niższy. *Gorąco* stanowi znacznie wyższy stopień ciepła od naszego ciała, sprawiający przykre wrażenie, a *żar*—najwyższy stopień ogrzania, wywołujący ból i zniszczenie skóry; ciała *letnie* posiadają mniej więcej stopień ciepła taki, jak nasz organizm.

2. Istotę ciepła upatruje nauka w nadzwyczaj szybkiem *drganiu cząstek* materyi, gdzie liczba drgań na sekundę wynosi miliardy. Gdy ciało jakieś się rozgrzewa, drgania się potęgują, skoro się oziębia — maleją, aż w pewnym stanie niezmiernego zimna drgania ustają całkowicie (zero bezwzględne).

3. Najważniejszem *źródłem* ciepła dla ziemi jest słońce, dalej rozmaite działania chemiczne i mechaniczne, wreszcie wewnętrzny żar ziemski.



rys. 48. Działanie promieni prostopadłe i ukośne.

Słońce, bryła niebieska, milion przeszło razy większa od ziemi, znajduje się w stanie żaru niezmiernie wysokiego i wydaje na wszystkie strony wszechświata olbrzymią ilość ciepła i światła. Im wyżej stoi słońce nad poziomem, tem m o c n i e j świeci i grzeje, tem więcej bowiem promieni pada na pewien obszar ziemi. Wyjaśnia to rysunek 48, gdzie promienie padają raz prostopadle na daną powierzchnię, drugi raz ukośnie; jak widać, w tym ostatnim wypadku

część promieni mija powierzchnię, czyli mniej promieni dosięga jej.

Na rozmaitem stanowisku słońca na niebie polegają *pory roku*: w zimie słońce u nas niezbyt wysoko wzbija się nawet o południu, w lecie znacznie wyżej, Na tej samej zasadzie stoi podział ziemi na *strefy*: w strefie gorącej słońce o południu bywa w zenicie lub blisko zenitu, t. j. pionowo lub prawie pionowo rzuca promienie na ziemię; w umiarkowanych świeci ukośniej, a w zimnych mało co wznosi się nad poziom. To też pomimo pólrocznego, ciągłego lata na biegunach, lody nigdy tam nie topnieją. Śnieg na dachu, pochylonym tak, iż promienie słońca padają nań prostopadle, taje prędzej, niż na dachu poziomym.

4. Kula ziemska posiada *własne ciepło wewnętrzne*; stanowi ono zapewne resztkę żaru, jaki ziemia miała niegdyś, kiedy była kulą rozpaloną, jak słonce. Że w ziemi zawiera się duży zasób ciepła, dowodzą głębokie wiercenia: wszędzie, im głębiej świdruje się ziemię, tem silniejsze trafia się gorąco. Źródła go-

rące i wulkany dowodzą też istnienia wielkiego ciepła wewnątrz ziemi.

5. *Spalanie* węgla, drzewa, nafty, gazu, świecy, należy do powszednich źródeł ciepła, z jakich korzystamy. Palenie się ciał jest zjawiskiem *chemicznem*, ponieważ wytwarza nowe ciała; przy tem powstaje większa lub mniejsza ilość ciepła, a zwykle także i światło. Podobną drogą, tylko w stopniu umiarkowanym, wytwarza się ciepło w naszym organizmie.

6. *Mechanicznemi* środkami można wydobyć ciepło, a nawet rozżarzyć coś i zapalić, mianowicie *tarciem* lub *uderzeniem*. Korek nadziany na drut i posuwany prędko tam i napowrót, ogrzewa drut wyraźnie. Podobnież rozgrzewa się pieniądz, pocierany o podłogę. Piła, świder, metale pod pilnikiem grzeją się mocno. Kująć prędko i silnie kawałek żelaza, można je rozpalić do czerwoności. Ludy dzikie rozniecają ogień w taki sposób, że na drzewie opierają koniec kija i kręcą kijem bardzo szybko, owinąwszy go sznurkiem; drzewo rozżarza się w miejscu zetknięcia.

7. Znaczenie ciepła dla ludzi i wszelkich tworów żyjących jest nadzwyczaj doniosłe; bez niego ustałoby wszelkie życie na ziemi. Najwytrzymalsze istoty, najniższe, pierwotne rośliny i zwierzęta nie znoszą zimna zbyt silnego, t. j. braku ciepła. Nawzajem, nadmiar ciepła, gorąco i żar działa zabójczo, i to nietylko na istoty żywe, ale i na martwą przyrodę, rozkładając, topiąc i rozsypując kamienie i skały, jak to mamy przykład na wybuchu wulkanów. Ze sztucznych źrodeł ciepła—najważniejsze dla nas jest palenie.

38. Ogień.

1. Ciepło i światło, powstające w czasie palenia, stanowi *ogień*. Zwykle rozumiemy pod tem mianem spalanie czegoś w większej ilości, gdzie wytwarza się żar obfity,

Gdy jakieś ciało się pali, ginie ono, zamieniając się na inne ciała, o innych własnościach; taka przemiana zowie się *chemiczną*. Węgiel np. podczas palenia

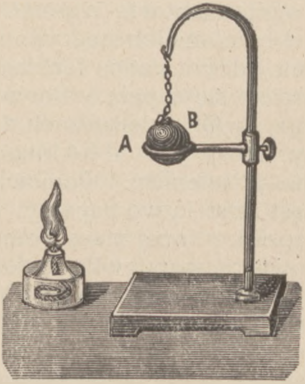
łączy się z tlenem powietrza, i tworzy kwas węglowy, gaz niewidzialny; skutkiem tego węgiel znika dla naszego oka Gdy się pali drzewo lub nafta, które. obok węgla zawierają w sobie wodór, łączy się z tlenem i ten ostatni, tworząc parę wodną, która też niewidzialnie uchodzi w powietrze. Tak więc, spalenie daje nietylko ciepło i światło, ale rodzi też nowe ciała, najczęściej kwas węglowy i wodę. Ponieważ do palenia konieczny jest tlen, trzeba, aby do ognia miało ciągły dostęp powietrze, zawierające w sobie ów zapas tlenu.

2. Wartość ognia człowiek ocenił od czasów niepamiętnych, używając go przedewszystkiem do gotowania i pieczenia jadła, oraz grzejąc się nim w czasie zimna. W miarę postępu, ludzkość wydobywała z ognia coraz inne użytki: otrzymywanie metalów z rud, przetapianie kruszców, obrabianie na gorąco, jako to kucie, walcowanie, gięcie, spajanie, lutowanie, odlew; wreszcie poruszanie statków, pociągów i wszelkich motorów, potrzebujących żaru.

Niszczące skutki ognia widzimy w pożarach, wybuchach wulkanicznych, oparzeniach. Chcąc ugasić ogień, trzeba albo oziębić nagle ciało płonące, np. zalać wodą, albo zamknąć dostęp powietrza, np. zasypać piaskiem, zatkać otwory w piecu, pokoju.

3. Znane i powszechnie używane źródło ognia stanowią *zapałki*. Są to pręciki drewniane lub stearynowe, opatrzone na jednym końcu łebkiem, który za potarciem się zapala. Powód zapalenia daje *fosfór*, pierwiastek do siarki zbliżony, który już od lekkiego tarcia wybucha płomieniem. Ponieważ sam fosfór jest zbyt łatwo zapalny, robi się łebki zapałek z innej masy, mniej palnej, i powleka warstewką fosforu, a tę jeszcze warstewką lakieru. Przy wyrobie zapałek, drewienka macza się najprzód dość głęboko w roztopionej siarce lub parafinie, aby się łatwiej zajmowały płomieniem, następnie macza się same tylko końce w masie zapalnej (podobnej do masy ogni bengalskich), a gdy ta zaschnie, powleka się fosforem i lakierem. Tak zwane *zapałki szwedz-*

kie nie mają fosforu, dla tego zapalają się tylko o pudełeczko, na którem jest rozpostarta powłoka fosforu w odpowiedniej zaprawie (z siarkiem antymonu); same łebki zapałek składają się głównie z chloranu potasu i siarczku antymonu.

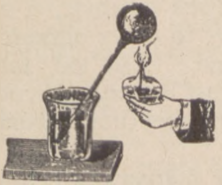


rys. 49. Rozszerzalność ciała stałego.

39. Termometr.

Dośw. Kładzie się pieniądz na desce i obija dokoła szpilkami, tak aby doń dotykały; sko-

ro pieniądz wyjmiemy i mocno rozgrzejemy, nie wejdzie on między szpilki aż do samej deski.— Kulka mosiężna tak jest dobrana do obrączki (rys. 49), że ściśle w nią wchodzi na zimno; skoro kulkę mocno zagrzejemy, nie przejdzie przez obrączkę.— Flaszkę napełnia się wodą i za-



rys. 50. Rozszerzalność płynu.



rys. 51. Rozszerzalność gazu.

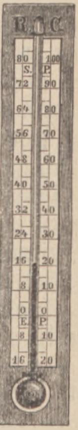
tyka korkiem, przez który przechodzi rurka szklana, tak iż po zatkaniu woda w rurce dochodzi do pewnej wysokości (*a*, rys. 50); po wstawieniu flaszki do gorącej wody, w rurce woda się podnosi (np. do *b*), po wyjęciu znów opada.—Ogrzewa się bańkę, znajdującą się na końcu szklanej rurki; skoro się rurkę wstawi

otworem do wody, uchodzą z niej bulki powietrza (rys. 51).

1. *Ciepło rozszerza ciała*; za ogrzaniem wszelkie ciała rozszerzają się, t. j. powiększa się ich objętość, za oziębieniem ciała się kurczą, t. j. objętość się zmniejsza. Im silniej ciało się grzeje, tem więcej rośnie jego objętość (długość, szerokość); wyjątek stanowi bardzo mało ciał, głównie woda, która ma przy 4 stopniach ciepła największą gęstość, czyli najmniejszą objętość, a odtąd rozszerza się czy to przez ogrzanie, czy przez oziębienie. Stąd lód, jako woda zmarźnięta, jest lżejszy od wody cieplejszej i pływa na niej (por. rozdział 22 o wodzie).

2. Do oznaczenia *temperatury* czyli stopnia ciepła, do jakiego ciało jest ogrzane, służy *termometr* (ciepłomierz), który polega na rozszerzalności jakiegoś ciała, np. pręta żelaznego, wstążki metalowej, spirytusu, rtęci, powietrza, wodoru. Najdogodniejszy w użyciu i najpowszechniejszy jest termometr rtęciowy, ponieważ rtęć rozszerza się jednostajnie, t. j. w miarę ogrzewania

objętość jej wzrasta równo, a nadto rtęć gotuje się w temperaturze wyższej, niż inne ciecze, i marźnie dopiero na mrozie bardzo silnym, jaki bywa w niewielu miejscach ziemi.



rys. 52. Termometr Celsyusza i Réaumura.

3. *Termometr rtęciowy* robi się z rurki włoskowatej, t. j. nadzwyczaj wązkiej, wydętej na końcu w kulkę. Do użytku domowego napełnia się termometr rtęcią tak, aby w temperaturze zwykłej stała mniej więcej do połowy (rys. 52); nad rtęcią w rurce pozostaje przestrzeń wolna, gdzie rtęć posuwa się w miarę ogrzewania.

Ażeby termometr podzielić na stopnie, albo sprawdzić już podzielony, utwierdza się go na deszczułce albo w rurze szklanej i zanurza się rtęcią w śnieg; rtęć opada na razie, lecz po chwili się zatrzymuje i stoi nieruchomo na jednej wysokości. Ten punkt stały

oznacza *temperaturę lodu topniejącego* (śniegu); pisze się przy nim 0.

Następnie termometr zanurza się rtęcią w wodę i ogrzewa do zagotowania. Rtęć podnosi się do pewnej wysokości, gdzie staje nieruchomo, oznaczając *temperaturę wrzenia wody*; w tym drugim punkcie stałym pisze się liczbę 100 według podziałki Celsyusza, a 80 według Réaumura. Odległość między punktem topnienia i wrzenia dzieli się na równe części, zwane *stopniami*, i takie same części zaznacza dalej w miarę potrzeby, t. j. poniżej 0 i powyżej liczby 100 lub 80. Znak stopnia jest ^{0}; np. 15^0 C. znaczy 15 stopni Celsyusza, 12^0 R. znaczy 12 stopni Réaumura.

4. Stopnie poniżej 0 zowią się stopniami *zimna* lub *mrozu* (i oznaczają dodaniem znaku —), wyżej—stopniami *ciepła*. Pamiętać wszakże należy, iż zimno jest tylko osobistem (subjektywnem) uczuciem człowieka i w rzeczywistości nie istnieje; ciała na mrozie najtęższym, choć w naszem pojęciu bardzo „zimne", zawierają jednak pewien zasób ciepła, można je bowiem oziębić jeszcze bar-

dziej. Dopiero w temperaturze—273^0 C. (mrozu) ginie wszelki ślad ciepła; jest to najniższa temperatura, jaka może istnieć, a jaką udało się już prawie osiągnąć sztucznemi środkami; zowie się to punktem *zera bezwzględnego* (absolutnego).

5. Rtęć marznie przy — 40^0 C., a zagotowuje się około 360^0 C.; w tych granicach można posługiwać się termometrem rtęciowym. Na mrozie silniejszym niż —40^0 C. używa się termometru *spirytusowego*, ponieważ spirytus nie marznie na mrozie, nawet najtęższym; taki termometr może wskazywać stopnie ciepła najwyżej do 80^0 C., co stanowi punkt wrzenia spirytusu. Zwykle spirytus w termometrach zabarwia się na niebiesko lub czerwono, aby go lepiej było widać.

6. Do *zamiany stopni* R. na C. i odwrotnie należy zapamiętać, że 80^0 R. stanowi 100^0 C., czyli każde 4^0 R. stanowią 5^0 C., lub prościej 1^0 R. $= \frac{5}{4}{}^0$ C. Naodwrót 1^0 C. $= \frac{4}{5}{}^0$ R. Tak więc; do zamiany stopni R. na C., trzeba liczbę stopni pomnożyć przez 5 i podzielić

przez 4; do zamiany zaś C. na R., trzeba liczbę stopni pomnożyć przez 4 i podzielić przez 5.

Przykłady:

1) 28^0 R. $= \frac{28 \times 5}{4}{}^0$ C. $= 35\,^0$ C.

2) 80^0 C. $= \frac{80 \times 4}{5} = 64^0$ R.

Na całej kuli ziemskiej, z wyjątkiem posiadłości rosyjskich i angielskich, jest w użyciu termometr z podziałką Celsyusza; u nas do użytku powszedniego (na powietrzu, w kąpieli) utrzymuje się jeszcze podziałka Réaumura, która wszakże w nauce i technice ustępuje coraz bardziej miejsca skali Celsyusza (w medycynie, meteorologii, pracowniach aptecznych, chemicznych i t. p.). I w Anglii termometr Fahrenheita, o podziałce odmiennej, wychodzi coraz bardziej z zastosowania.

40. Topienie i parowanie.

Dośw. i spostrz. Ołów, trzymany w łyżce nad ogniem, rozpływa się, czyli stapia. —

Świeca topi się pod płomieniem.—Śnieg albo lód, przyniesiony do pokoju, taje, a pokój się ochładza.—Woda ochładza się, skoro się w niej rozpuszcza sól albo saletrę.

Kałuże wysychają na powietrzu; bielizna rozwieszona schnie prędko. — Skoro się wodę w garnku postawi na gorącym kominie, gotuje się i ubywa stopniowo. Zaglądając do garnka, widzimy, jak tworzą się bąble pary na dnie i na bokach i wydostając się na wierzch, burzą całą masę wody.

1. Ciała stałe przechodzą za ogrzaniem w stan płynny czyli ciekły; płyny (ciecze) ulatniają się czyli parują. Przemiana ciał stałych na płynne od gorąca zowie się *topnieniem*; jeżeli dzieje się w cieple miernem — *tajaniem*.

Skoro ciało stałe rozpływa się w cieczy, ginąc dla wzroku, przechodzi ono również w stan ciekły; w tym razie przemiana zowie się *rozpuszczaniem*. Np. wosk topi się na ogniu, a rozpuszcza się w terpentynie; cukier topi się w ogniu (daje karmel), a rozpuszcza w wodzie.

Do każdej takiej przemiany potrzeba pewnej ilości ciepła, *ciepło więc zostaje pochłonięte*. Dostarcza go ogień przy topieniu; przy rozpuszczaniu zaś ciało

stałe pochłania ciepło z płynu, w którym się rozpływa, skutkiem czego roztwór się oziębia. Stosuje się to w *mieszaninach oziębiających*, które służą np. do zamrażania, jako to: śnieg zmieszany z solą zwyczajną, kwas solny z solą glauberską.

3. Przeciwnie, skoro ciecz zamienia się na ciało stałe czyli *krzepnie* (na mrozie zowie się to *marźnięciem*), ciepło się *wywiązuje*, skutkiem czego ciało zyskuje pewną ilość ciepła. Dzieje się to np., przy zamarzaniu wody, zastyganiu wosku stopionego, w czasie krystalizacyi rozmaitych soli z roztworu.

3. Ciepło, pochłaniane przy topieniu ciała, a wydzielane napowrót w czasie krzepnięcia, zowie się *ciepłem topliwości* albo *utajonem*. Sprawia ono, że ciało podczas tych przemian nie może się rozgrzać, ani ostygnąć, czyli że *temperatura topliwości jest stałą* dla danego ciała.

4. *Parowaniem* albo *ulatnianiem* nazywa się przemiana cieczy na parę, czyli stan lotny; ulatnianie odbywa się na zimnie, parowanie za ogrzaniem, innej

zaś różnicy niema w obu przemianach. Para powstaje tu i tam na powierzchni cieczy, spokojnie, niedostrzegalnie.

Każdą ciecz można ogrzać tylko do pewnej stałej temperatury, zwanej *punktem wrzenia*. Podczas wrzenia czyli gotowania ciecz burzy się w całej masie i kipi, gdyż para, prócz powierzchni, wytwarza się na dnie i ścianach naczynia i pęcherze jej wydostają się na wierzch. Wrzenie więc jest także przemianą cieczy na parę, ale odbywa się burzliwie i w temperaturze stałej dla danego płynu.

Na wszelkie parowanie czy ulatnianie ciepło zużywa się; *ciepło tu zostaje pochłonięte* i nazywa się *ciepłem lotności* czyli *utajonem*. Idzie ono na samą czynność parowania, i nie pozwala cieczy ogrzać powyżej *stałej temperatury wrzenia*.

Przeciwnie, skoro para albo gaz przechodzi w stan płynny, czyli *skrapla* się, ciepło się *wywiązuje*; utajone ciepło lotności zostaje tu całkowicie zwrócone.

Skutkiem ulatniania każda ciecz się oziębia, a zarazem ochładza i swe oto-

czenie, zabierając stąd ciepło, potrzebne na wytworzenie pary; skraplając się, para ogrzewa ciała otaczające.

5. Topienie i ulatnianie, zarówno jak i odwrotne przemiany mają ogromne znaczenie w gospodarce przyrody, jako też w różnych zastosowaniach. Gdy tają śniegi i lody, ciepło słoneczne idzie na ich stopienie (utaja się), nie mogąc ogrzać powyżej 0^0, i atmosfera również pozostaje chłodną. Gdy zaś wody marzną, ciepło wywiązane w tej czynności, chroni powietrze od nagłego oziębienia. Ciepło więc utajone topliwości łagodzi przejścia między jesienią, zimą i wiosną.

Ulatnianie wód na ziemi ochładza je ustawicznie, ale niejednakowo. Pod równikiem ciepłe wody oceanu parują szybko i skutkiem tego oziębiają się mocno; pod biegunami ulatnianie jest słabe i ochłodzenie bardzo nieznaczne. Tutaj ciepło utajone lotności przyczynia się do złagodzenia klimatu skwarnego.

Wpływ ciepła utajonego czujemy po umyciu, po kąpieli, jako chłód orzeźwiający; chłód, wiejący od fontanny, od

świeżych murów ma tę samą przyczynę. Z zastosowań ciepła, jakie wywiązuje się przy skraplaniu, najważniejsze jest ogrzewanie parowe (centralne), np. w dużych gmachach, w pociągach, statkach.

W naturze oddawanie ciepła utajonego daje się zauważyć podczas deszczu i śniegu; łagodzi ono temperaturę powietrza, nie dopuszczając do nadmiernego oziębienia.

41. Wilgotność powietrza.

S p o s t r z. Karafka z zimną wodą potnieje w ciepłym pokoju. — Szyby w zimie potnieją i obmarzają. — Przy niebie czystem i powietrzu spokojnem bywa mgła nad łąkami i wodami.— Papier, zwinięty niezupełnie, rozprostowuje się za chuchnięciem. — Włosy fryzowane rozkręcają się na powietrzu wilgotnem.

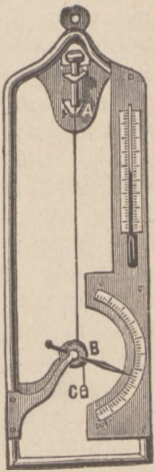
1. Powierzchnia wód na ziemi paruje ustawicznie, wytwarzając wilgoć w powietrzu. Zawartość wilgoci czyli *wilgotność* atmosfery nie zawsze i nie wszędzie bywa jednakowa; zależy ona od temperatury i odległości danego miej-

sca od morza, które jest głównem źródłem parowania. Im cieplejsze jest powietrze i bliższe morza, tem więcej zawiera wilgoci. Kraje zwrotnikowe mają wilgotniejszą atmosferę, niż podbiegunowe.

Na wilgotność pewnego miejsca na ziemi wpływa także kierunek wiatru. U nas i w ogóle w Europie środkowej najwięcej wilgoci przynoszą wiatry południowo zachodnie, jako wiejące od strony oceanu, najmniej—północno wschodnie. Miejscowości lesiste są wilgotniejsze od pozbawionych roślinności, ponieważ rośliny ulatniają przez liście ogromną ilość wody.

2. Powietrze może zawierać tylko ograniczoną ilość pary wodnej; gdy już zawiera tyle, że więcej wchłonąć nie może, zowie się *nasyconem*. Skoro powietrze nasycone się rozgrzeje, może przyjąć jeszcze pewną ilość pary, i to tem więcej, im jest cieplejsze. Przeciwnie, za oziębieniem, pewna ilość pary, zawartej w powietrzu nasyconem, skrapla się czyli tworzy wodę.

Ponieważ *wilgotność względna*, t. j. ilość pary, zawartej w danem powietrzu, w stosunku do ilości, potrzebnej do nasycenia, zależy w dużym stopniu od temperatury, nieraz powietrze gorące, choć ma w sobie więcej pary, wydaje nam się suchszem od powietrza zimnego; to ostatnie bowiem jest prawie nasycone parą, gdy powietrze ciepłe dalekie jest od nasycenia. Dlatego w lecie prędzej schnie wszystko, niż w zimie.



rys. 53. Hygrometr włoskowy.

3. Do oznaczenia wilgotności względnej powietrza służą narzędzia o rozmaitem urządzeniu, t. zw. *hygrometry* (wilgociomierze). Najprostszy z nich, zwany hygrometrem *włoskowym*, wyobraża rys. 53. Działanie przy-

rządu polega na tem, że włos od wilgoci się wydłuża, i to mniej więcej w tym stosunku, jak nabiera wilgoci. Ażeby lepiej uwidocznić to wydłużenie, zaczepia się włos u góry deszczułki, dolny zaś koniec owija sie na krążku (bloku) i obciąża małym ciężarkiem; do krążka przytwierdzono długą skazówkę. Skoro się włos kurczy, pociąga krążek i obraca ga tak, iż skazówka idzie do góry; skoro się wydłuża, ciężarek ciągnie skazówkę na dół.

Wilgotność względną wyraża się w w procentach, przyjmując za 100 ilość pary, zawartą w powietrzu nasyconem. W naszym kraju średnia wilgotność wynosi około 70%, t. j. powietrze zawiera $\frac{70}{100}$ pary, jakaby byłaby potrzebna do nasycenia; stopień ten właśnie wskazuje hygrometr na rysunku. W czasie deszczu wilgotność podnosi się do 100 lub około tego, podczas długiej suszy spada do 30, nawet 20%, ale nigdy do 0.

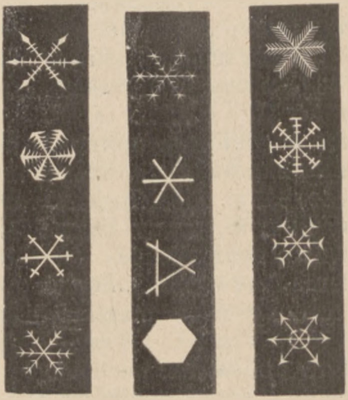
4. Podobnie jak gazy, *para jest niewidzialną*. Dopóki powietrze nie doszło nasycenia, jest ono zupełnie przezroczy-

ste; dopiero w razie ochłodzenia powietrza nasyconego, para zaczyna się skraplać i czyni je mglistem, mętnem. Kłęby, unoszące się nad garnkiem z wrzącą wodą, albo wychodzące z szumem z lokomotywy, nie są już parą właściwą, t. j. wodą w stanie lotnym, ale *oparem*, t. j. masą drobniutkich kropelek wody.

Skoro powietrze wilgotne dostaje się do miejsc zimniejszych, np. podnosi się w górne sfery nadziemskie, powstają chmury i obłoki, a gdy oziębia się tuż nad ziemią, tworzy mgłę. Z masowego skroplenia oparów w chmurach powstaje deszcz, a w razie marżnięcia kropelek — śnieg i grad. Wszelkie utwory wodne, w atmosferze pochodzące z zagęszczenia wilgoci, zowią się *opadami*.

5. *Mgła* i *chmury* (obłoki) stanowią w istocie ten sam objaw, zagęszczenie się pary wodnej w drobniutkie pęcherzyki. Mgła jest chmurą tuż nad ziemią, i na odwrót, chmura stanowi mgłę na wysokości. Taki pył wodny unoszą prądy powietrza bądź do góry, na dół, bądź w różne strony, przyczem może

on się rozpłynąć w powietrzu, jeśli trafia masy cieplejsze, albo też zagęszcza się w większe krople, i spada jako *deszcz*, a w zimie marźnie w płatki *śniegu*.



rys. 54. Płatki śniegu.

Rosa jest to osad wodny na ziemi, liściach, trawie, a *szron*—osad lodowy. Oba powstają tak samo, jak kropelki wody lub kryształki lodu na szybach w zimie: ze skroplenia i zamarźnięcia pary wodnej, zawartej w powietrzu, sko-

ro zetknie się ona z powierzchnią silnie oziębioną. Niebo zachmurzone zatrzymuje ciepło ziemskie, wiatr wyrównywa różnicę temperatury; z tych powodów nie bywa rosy przy pogodzie chmurnej lub wietrznej.

Śnieg składa się z kryształków lodowych, ułożonych w tabliczki, gwiazdki i t. p., nieraz misternie złożone (rys. 54).

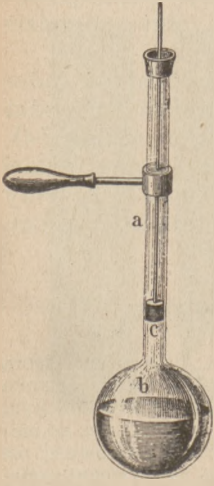
Grad tworzą ziarna lodowe różnej wielkości; pada on tylko w lecie, przy udziale elektryczności atmosferycznej.

42. Lokomotywa.

Dośw. Rurka szklana, zakończona sporą bańką, posiada wewnątrz tłok, który posuwa się w rurce łatwo, zamykając ją szczelnie (rys. 55). Skoro wodę w bańce ogrzewamy, po niejakim czasie tłok podnosi się raptownie; za oziębieniem, np. dotknięciem bańki mokrą szmatą, tłok opada, aby znowu po chwili ogrzewania się podnieść, po chwili oziębienia opaść i t. d.

1. Para wodna posiada *prężność*, t. j. wywiera ciśnienie naokoło. Skoro się ją zamknie za pomocą ruchomego tłoka, para posuwa go, gdy tylko prężność

jej przewyższa ciśnienie atmosfery i opór tłoka. Powrót tłoka na miejsce poprzednie w opisanem doświadczeniu odbywa się pod wpływem ciśnienia atmosfery, para bowiem za oziębieniem się skrapla, pozostawiając przestrzeń niemal próżną (odrobinę pary o bardzo małej prężności).

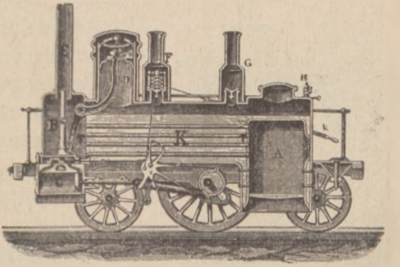


rys. 55. Zasada maszyny parowej.

2. Na wielką skalę stosuje się prężność pary wodnej w *maszynach parowych.* W zasadzie każda maszyna parowa składa się z dwóch części: źródła pary o wysokiem ciśnieniu i części roboczej, gdzie para wykonywa p r a c ę użyteczną; do wytworzenia zaś pary potrzeba ciepła, tak iż ostatecznie maszyna parowa *przetwarza ciepło na pracę*

mechaniczną za pośrednictwem pary wodnej.

Lokomotywa parowa jest maszyną, posuwającą się po szynach o własnej sile, za pomocą pary, jaką wytwarza. Źródło pary stanowi *kocioł* (k) z pale-

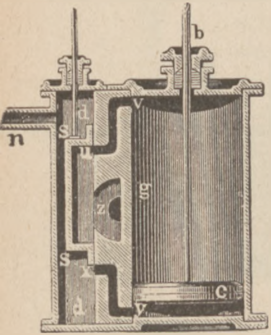


rys. 56. Lokomotywa w przekroju podłużnym.

niskiem (A, rys. 56), ogrzewanem za pomocą węgla, drzewa lub nafty; część robocza składa się z *cylindra* (*g*) czyli walca z tłokiem, oraz złączonej z nim w jedną całość *komory* parowej (*d d* rys. 57 i 58).

W kotle wytwarza się para z wody, napełniajacej go w większej części, a za-

wartej między rurami *r r* (rys. 56), idącemi przez całą długość kotła. Rur tych bywa 100 z górą, ażeby żar z pieca A, przechodząc przez nie do komina E, prędko i obficie wygotowywał wodę, przemieniając ją w parę. Kocioł taki zowie się *rurowym*.

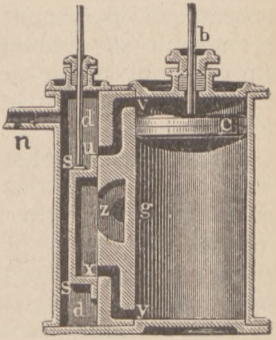


rys. 57. Cylinder parowy.

Cylinder parowy mieści w sobie tłok, przystający szczelnie do jego ścian, a mimo to posuwający się lekko naprzód i w tył. Parę doń prowadzą naprzemian dwa otwory w ścianie górnej, a wychodzi para z cylindra, bądź w powietrze bądź rurą do komina, przez co sprawia silny ciąg powietrza do paleniska i rur kotłowych.

4. W jaki sposób para porusza tłok naprzemiany to w jedną, to w drugą

stronę (bez potrzeby oziębiania, jak w doświadczeniu rys. 55), wyjaśniają rysunki 57 i 58, gdzie wszystkie części cylindra są oznaczone w przekroju podłużnym przez środek (oś) cylindra. Jedna ze ścian, tutaj lewa, jest przewiercona ukośnie w dwóch miejscach *uv*, *xy* (na wizerunku lokomotywy ta sama ściana leży w górze cylindra, który tam ma położenie poziome, rzeczywiste); nadto posiada wydrążenie *z*, skąd prowadzi rura na powietrze otwarte. Obok tej ściany leży komora *dd*, gdzie znajduje się *szyber* czyli *suwak* SS (stawidełko), rodzaj wydrążonej zasuwki, zamykającej to jeden kanał w ścianie, to drugi (por. oba rysunki). Do komory wpada z kotła pa-



rys. 58. Cylinder parowy.

ra przez rurkę *n*. W położeniu rys. 57, para wchodzi do cylindra przez dolny kanał *xy* i pcha tłok do góry; zawarte zaś w cylindrze powietrze (lub para, przy dalszem działaniu) zostaje wyparte przez kanał *uv*, szyber i rurę *z* na zewnątrz. W położeniu zaś rys. 58, para wstępuje do cylindra górnym kanałem *uv*, popycha tłok na dół, a zużyta w cylindrze, ma ujście przez *xy* i *z* w atmosferę.

Tłok i szyber poruszają się naprzemian w przeciwne strony: gdy tłok idzie ku górze, szyber posuwa się na dół, i nawzajem. Ruchy te osiąga się za pomocą całego szeregu urządzeń mechanicznych. Dalej zaś *ruch postępowy* tłoka zamienia się za pośrednictwem złożonych dźwigni na *ruch obrotowy* kół, na których sama lokomotywa toczy się po szynach. Mówiąc krócej, tłok, popychany parą, porusza koła maszyny.

5. W lokomotywie zawiera się nadto wiele części ubocznych, które służą bądź do zabezpieczenia kotła, bądź dla kontroli działania, regulacyi, do sygnałów i t. p. Najważniejsze z nich stanowią:

klapy bezpieczeństwa (F i G), którędy uchodzi nadmiar pary, chroniąc kocioł od pęknięcia, a zarazem regulując ciśnienie; *wodowskaz*, oznaczający poziom wody w kotle; *gwizdawka* parowa, *drągi* w połączeniu z klapą do wpuszczania pary do cylindra, do wentylacyi, opróżnienia cylindra, hamulców powietrznych i inne

43. Przewodniki ciepła.

D o ś w. i s p o s t r z. Trzymając łyżkę srebrną za trzonek, zanurza się ją do połowy w gorącej wodzie; po chwili czuje się, że trzonek staje się coraz cieplejszy.—Powtarza się to samo z łyżką drewnianą; trzonek się nie rozgrzewa.—Haczyk do węgli, rozpalony końcem w piecu, nie da się utrzymać w gołem ręku za drugi koniec, tak jest gorący; skoro się go ujmie przez szmatę, ciepło nie dojdzie do ręki.—Rurka szklana, napełniona śrutem, rozgrzewa się cała, skoro jeden koniec trzyma się nad płomieniem świecy; po wysypaniu śrutu, ciepło w podobnem doświadczeniu nie da się uczuć dalej w rurce.

1. Ciepło w niektórych ciałach rozchodzi się prędko i obficie, w innych po-

wolnie i bardzo nieznacznie. Objaw ten zowie się *przewodnictwem* ciepła, które według wartości może być *dobre* lub *złe*.

Przewodniki dobre czyli po prostu *przewodniki* łatwo przyjmują ciepło, rozprowadzają je w swej masie i oddaja innym ciałom; ogrzewają się one prędko i stygną również prędko.

Złe przewodniki czyli *nieprzewodniki* odbierają ciepło z trudnością, rozprowadzają je powoli i oddają skąpo; ogrzewać je trzeba długo, ale równie długo też trzymają ciepło.

2. Do najlepszych przewodników należą metale, dalej węgiel twardy, np. grafit, koks. Kamienie, szkło, porcelana, miernie przepuszczają ciepło. Najgorsze zaś przewodniki, które praktycznie można uważać za nieprzewodniki ciepła, stanowią pulchne materye organiczne, jak wełna, wata, słoma, także śnieg i wszelkie gazy.

3. Przewodnictwem ciepła objaśnia się wrażenie ciepła lub zimna, jakiego doznajemy za dotknięciem do rozmaitych przedmiotów w otoczeniu, choć są

one wszystkie równo ogrzane, t. j. mają temperaturę jednakową. Żelazo lub kamień, leżący w cieniu, w porze letniej, wydają nam się zimniejsze, niż drzewo lub skóra w tem samem miejscu; żelazo bowiem i kamień, jako przewodniki lepsze, odbierają naszemu ciała więcej ciepła, niż drzewo lub skóra. Przeciwnie, rozpalone od słońca tak, iż są gorętsze od ciała, żelazo i kamień parzą, gdy drzewo i skóra wydają się umiarkowanie ciepłe; pierwsze bowiem udzielają więcej ciepła naszemu ciału, niż drugie,

4. Zarówno dobre, jak złe przewodniki ciepła mają liczne zastosowania w przemyśle i objawach życia powszedniego. Z dobrych przewodników, głównie metalów, wyrabia się naczynia i narzędzia, gdzie chodzi o prędkie ogrzanie. Nieprzewodniki zabezpieczają nasze ciało i mieszkania od zimna, t. j. od utraty ciepła. Tu należą np. obicia na ścianach, dywany, podwójne okna i drzwi, gdzie chroni od zimna głównie powietrze, zawarte między niemi, futra, okrycia watowane; pokrowce słomiane

na drzewach. Ubrania zowiemy „ciepłemi” nie dlatego, aby zawierały dużo ciepła, ale że zatrzymują ciepło ciała, nie dając mu ujścia. Nieprzewodniki stosuje się również do zabezpieczenia od silnego gorąca, jako to trzonki drewniane w szczypcach i łyżkach, okrywki z desek lub wojłoku na maszynach parowych, przekładki z azbestu, popiołu i t. p. w ścianach kas ogniotrwałych.

44. Ogrzewanie domowe.

1. W zimie opalamy mieszkania, aby w nich ogrzać powietrze i utrzymać o ile możności w temperaturze odpowiedniej dla naszego zdrowia. Powietrze od zetknięcia z gorącym piecem rozgrzewa się, rozszerza i jako lżejsze uchodzi do góry, pod sufit, a powietrze zimniejsze przypływa dołem, nad podłogą. W ten sposób powstaje ciągły prąd powietrza, który trwa dotąd, póki piec nie ostygnie.

Powietrze zimne ze dworu sączy się szparami w oknach, po części przez mu-

ry, a w pokojach należycie urządzonych przez wentylatory; rozgrzane powietrze sączy się z pokoju na zewnątrz podobną drogą, tylko w górnych częściach pokoju i wentylatora.

Że tak jest rzeczywiście, łatwo się przekonać, uchylając drzwi z pokoju do zimnej sieni: płomień świecy kieruje się u dołu drzwi w stronę pokoju, u góry zaś zwraca się ku sieni.

2. W zasadzie więc ogrzewanie domowe możnaby nazwać „powietrznem", gdyż bierze w niem udział samo powietrze pokojów; zarazem jest to ogrzewanie *miejscowe*, gdzie w każdym prawie pokoju mieści się jako źródło ciepła piec jeden iub więcej, opalany węglem, drzewem lub torfem.

Opalanie podobne marnuje dużo pracy i paliwa, a nadto ma inne niedogodności, jak swąd, trudność regulowania ciepła, nierówne ogrzewanie pokoju, gdzie przy piecu bywa za gorąco, a przy oknie za zimno. Obecnie coraz częściej w miastach zastępują je ogrzewaniem *centralnem*, gdzie na dom cały jest jeden piec duży, ogrzewający masę powietrza lub

wodę w kotle. Szczególnie rozpowszechniony jest ten ostatni rodzaj ogrzewania (kotłowy), które może być *wodne* lub *parowe*, według tego, czy woda gorąca lub para rozchodzi się rurami z kotła po mieszkaniach.

Do niedawna były w użyciu *kominki*, opalające pomieszkania w sposób bardziej jeszcze pierwotny i kosztowny od zwykłych pieców, ale zapewniający przytem mocną wentylacyę; dzisiaj gdzieniegdzie jeszcze je zachowano.

3. Zwykły *piec pokojowy* robi się z cegieł i kafli glinianych. W chacie wiejskiej składa się tylko z cegieł, oblepionych gliną; w miastach zwykle budują *piece kaflowe*, mniej lub więcej ozdobne. Zaletę pieca stanowi, aby jak najdłużej trzymał ciepło, czyli aby stygł jak najwolniej; piec taki oczywiście rozgrzewa się powoli. Gdy chodzi o prędkie i silne ogrzanie pokoju, używa się *pieców żelaznych*, ponieważ żelazo jest daleko lepszym przewodnikiem, niż glina, a przytem ściany pieca są znacznie cieńsze. Piec taki nie należy jednak do przyjemnych ani zdrowotnych; grzeje

za gwałtownie, przytem sprawia swąd ze spalonego kurzu, a nieraz i gazów węglowych.

Wewnątrz piec kaflowy zawiera kręty kanał, którędy uchodzą gazy rozżarzone z paleniska. Powietrze przez dolne drzwiczki, przechodzi otworami w *ruszcie*, na którym leży węgiel, zużywa się na spalenie węgla i rozgrzewa, unosi się nad ogniskiem i kanałem idzie do komina. Skoro się węgiel rozżarzy w całej masie, przymyka się dolne drzwiczki (górne są wciąż zamknięte, służą bowiem tylko do wkładania węgla), tak iż powietrze sączyć się może tylko wązką szparą, podtrzymując żar węgla bardzo długo; wreszcie zamyka się piec szczelnie.

W górze pieca, gdzie uchodzą gazy do komina, bywa zasuwa, zwana *szybrem;* skoro się ją zamknie, piec zachowuje dłużej gorąco, («duch») wstrzymując przepływ powietrza po wypaleniu węgli. Zwykle wszakże nie zamyka się owego szybra, ponieważ piec nie bywa zupełnie szczelny, i z węgla słabo tlejącego powstaje *czad* (tlenek węgla), gaz zabójczy, tem bardziej niebezpieczny, że nie ma

zapachu; gaz ten, nie mając ujścia w górze, wydostaje się szparami i może odurzyć człowieka śmiertelnie (zaczadzenie).

45. Światło i płomień.

1. Światło stanowi przyczynę widzenia przedmiotów. Istota światła, według poglądów teoretycznych, polega na drganiach pewnej materyi nieskończenie subtelnej, *eteru*, rozlanego w całym wszechświecie; drgania eteru liczą się na biliony w ciągu sekundy i przenoszą światło, podobnie jak drgania powietrza przenoszą głos.

2. Ciała, które same są źródłem światła, zowiemy *świecącemi*, np. płomień świecy, słońca; inne, które własnego światła nie wydają, ale są widzialne, a czasem nawet jakby świecące, muszą być *oświetlone*, np. księżyc, niebo, wszystkie przedmioty za dnia; ciał nieoświetlonych widzieć nie możemy wcale.

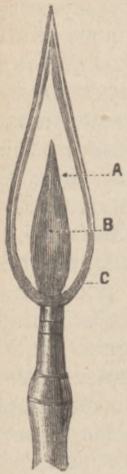
3. Świece i lampy, zwykłe źródła sztucznego oświetlenia, spalają tłuszcze i naftę oraz przetwory takowych; powstaje stąd płomień świecący. Oświe-

tlenie gazowe posługuje się też płomieniem świecącym lub zawierającym rozżarzone ciało obce; elektryczne światło polega wyłącznie prawie na żarzeniu się ciał pod wpływem prądu elektrycznego.

4. Zwykłe świece wyrabia się ze stearyny, parafiny, wosku albo łoju, przez maczanie knota w roztopionych substansyach, albo przez odlewanie w formach. Łój i wosk stanowią naturalne produkty zwierzęce; stearyna wyrabia się z łoju i ma wygląd tłustawy, chociaż co do składu swego (mieszanina dwóch kwasów organicznych) bynajmniej do tłuszczów nie należy; parafina, podobna do stearyny, wyrabia się z węgla kamiennego i brunatnego, zwykle jako produkt uboczny przy otrzymywaniu gazu oświetlającego. Nafta wydobywa się z ziemi (studnie naftowe). Wszystkie te materye zawierają *węgiel* i *wodór*, a niektóre i tlen.

5. W *płomieniu* świecy można odróżnić 3 części (rys. 59): ciemne jądro B, świecący środek A, i bladą obwódkę C.

Jądro płomienia jest to ciemna przestrzeń wewnętrzna nad knotem. Składa się z gazów, jakie się wywiązują z rozgrzanego knota i nie spalają się tutaj dla braku powietrza. Podobnież i w dolnym, niebieskawym brzegu płomienia gazy niezupełnie się spalają.



rys. 59. Płomień świecy.

Główna, *świecąca* część zawiera gazy płonące, skutkiem czego panuje tu żar silny; część jednak węgla, zawartego w stearynie, nie spala się i unosi się w płomieniu jako pył delikatny; ten *pył rozżarzony* wydaje właśnie światło. Skoro przegrodzimy płomień ciałem zimnem, np. blaszką, pył węglowy osiada na niej, jako *sadza* (kopeć). Skoro w środek płomienia wdmuchamy powietrze, traci on blask, bo pył węglowy się spala, natomiast podnosi się żar płomienia.

Ostateczne spalenie gazów ma miejsce w ciemnej *obwódce*, naokoło świecącego języczka płomienia; tutaj tlen powietrza ma styczność największą z gazami, złożonemi z wodoru i węgla, i zamienia je na produkty spalenia, głównie dwutlenek węgla i parę wodną.

6. Z palenia się gazów knotowych wytwarza się wciąż ciepło, które stapia stearynę pod knotem, robiąc wklęsłość na wierzchu świecy; stopiona materya podnosi się w knocie skutkiem włoskowatości (rozdział 25), rozgrzewa się i ulatnia, wreszcie spala i t. d. Świeca więc jest niejako gazownią w miniaturze, która sama wytwarza gaz ze stearyny lub wosku i spala go.

Płomień lampy naftowej i gazu ma te same 3 części; z nafty podobnież wytwarza się para (gaz naftowy) z rozgrzania knota, nasiąkniętego stale naftą. Gaz świetlny spala się, przypływając do palnika w stanie gotowym z gazowni, gdzie go wyrabiają przez prażenie węgla kamiennego.

VI. O SWIETLE.

Lustro zwykłe.

Spostrz. Stojąc przed lustrem, widzimy swój obraz po za lustrem, w naturalnej wielkości i odległości. Jeżeli przez dziurkę w okiennicy pada promien słońca na lusterko, leżące na środku pokoju, to na przeciwnej ścianie sprawia światełko na tej samej wysokości od ziemi co i otwór; za pochyleniem lusterka światełko się podnosi lub obniża, stosownie do położenia lusterka. Widzę na drugim brzegu stawu drzewo, przeglądające się w wodzie; gdyby od oka wyprężyć sznurek ku wierzchołkowi drzewa w wodzie i uwiązać go do kija w dno wbitego, a drugi sznurek wyprężyć od tegoż kija do wierzchołka drzewa rzeczywistego, oba sznurki byłyby jednakowo nachylone do powierzchni wody.

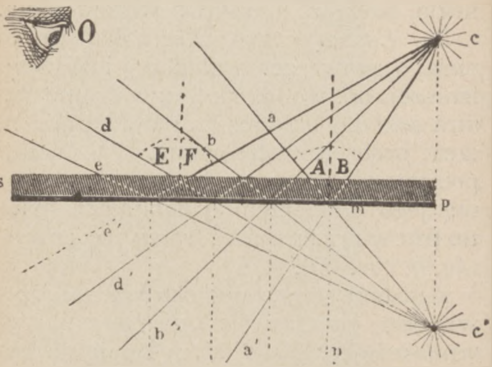
1. Światło rozchodzi się w kierunkach prostych, zwanych *promieniami*. Jeżeli promienie padają na powierzchnię ciał chropowatą, nierówną, *rozpraszają się* czyli rozpierzchają na wszystkie strony, jak strumień wody na ostrym

kamieniu. Skoro zaś promienie trafiają powierzchnię gładką, foremną, np. płaską lub kulistą, *odbijają* się prawidłowo, t. j. odskakują w kierunku ściśle określonym; powierzchnia oglądana pod światło, *błyszczy* mocno, np. woda, nóż, szkło, na które patrzymy wprost okna.

2. *Lustra* czyli *zwierciadła* są to ciała o powierzchni gładkiej i równej, lśniącej, np. woda, rtęć, zwyczajne lustra szklane, kule lustrzane w ogrodach, taca srebrna polerowana. W nauce pod mianem zwierciadła rozumie się samą jego powierzchnię odbijającą światło (np. w przekroju lustra *sp* powierzchnię *m*. rys. 60).

Z podanego wyżej spostrzeżenia drzewa nad brzegiem stawu można wywnioskować, że pod jakim kątem padają promienie światła na lustro, pod takim samym się odbijają, czyli krócej: *kąt padania równa się kątowi odbicia*. Wyjaśnia to rysun. 60. Z punktu świetlnego *c* padają promienie na lustro *sp* w różnych miejscach, odbijając się w kierunkach *a*, *b*, *d*, *e*. Każdy promień tworzy z lustrem pewien kąt, który dla pa-

dającego i odbitego promienia jest jednakowy. Zamiast kąta między promieniem a lustrem, dogodniej bywa zauważyć kąt między promieniem a linią *normalną,* czyli prostopadłą do lustra. Wi-



rys. 60. Obraz punktu w lustrze płaskiem.

dać z rysunku, że kąt padania B równa się kątowi odbicia A, kąt F = kątowi E i t. d.

3. Promienie odbite od lustra (rys. 60), wpadają do oka O, któremu się wydają, jak gdyby promienie szły z punktu *c'*,

gdzie schodzą się przedłużenia odbitych promieni, za lustrem, na tej samej co punkt *c* odległości, tak iż *cp=c'p*.

Gdyby zamiast jednego punktu świecącego znajdował się przed lustrem jakikolwiek przedmiot oświetlony, który można uważać za mnóstwo punktów świetlnych, to łatwo się przekonać za pomocą podobnego wykreślenia, że obraz przedmiotu za lustrem będzie tej samej wielkości, co przedmiot. Obraz taki, nie istniejący w rzeczywistości, gdyż lustro światła nie przepuszcza, a obraz tworzą przedłużenia promieni aż do ich spotkania, zowie się *urojonym*.

4. Zwierciadła co do powierzchni bywają *płaskie* lub *krzywe;* z tych ostanich najważniejsze są *kuliste* (sferyczne), *wklęsłe* i *wypukłe*. We wszystkich zachowuje się niezmiennie prawo co do równości kątów padania i odbicia promieni.

W wykonaniu praktycznem wyrabia się zwykle zwierciadła ze szkła starannie szlifowanego i powleczonego metalicznie z jednej strony. Powłoka w lustrach droższych bywa srebrna, pospo-

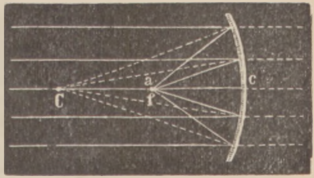
licie zaś cynowa; otrzymuje się przez rozpostarcie cieniutkiej warstwy *amalgamatu cyny* (srebra), t. j. roztworu cyny w rtęci, i mocne ogrzanie, skutkiem czego rtęć się ulatnia. Najlepsze nawet lustra szklane nie odbijają wszystkiego światła, jakie na nie pada, ale najwyżej 80%; nadto odbija w nich nietylko strona srebrzona, ale i druga, czysta strona szkła, skąd powstają odbicia wielokrotne i główny obraz traci na wyrazistości. Dokładniej odbijają światło lustra metalowe, mianowicie srebrne; mają natomiast tę wadę praktyczną, że się rysują przy ścieraniu kurzu i tracą na czystości obrazów.

47. Lustra wklęsłe i wypukłe.

1. Lustra o powierzchni *kulistej* mogą być wklęsłe lub wypukłe, zależnie od tego, czy odbijają światło stroną wewnętrzną lub zewnętrzną; w każdem z nich środek powierzchni kulistej nazywa się *środkiem krzywizny,* a linia, przechodząca przez ten punkt i środek lustra (szkła), nazywa się *osią optyczną*

główną (C c, rys. 61). Każdy promień zwierciadła, t. j. linia od środka krzywizny (C) do jakiegoś punktu zwierciadła, jest linią normalną, czyli prostopadłą do powierzchni zwierciadła.

2. Lustro *wklęsłe* ma własność *zbierania* promieni (rys. 61). Skoro na nie padają promienie równoległe do osi głównej, po odbiciu schodzą się wszystkie w jednym punkcie, *ognisku głównem (f)* lustra. Nawzajem, promienie, wychodzące z ogniska, po odbiciu od lustra idą równolegle.

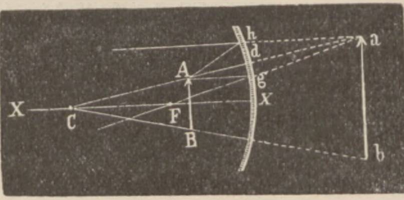


rys. 61. Lustro wklęsłe jako palące i reflektor.

Promienie światła, idące od słońca, a nawet od lampy bardzo oddalonej, można uważać za równoległe. Skoro więc wystawimy lustro na słońce i mały papierek przesuwać będziemy przed lustrem, to w pewnem oddaleniu papierka ujrzymy na nim punkt olśniewająco ja-

sny; w punkcie tym leży ognisko główne światła. Zarazem papierek przepali się tutaj, co dowodzi, że i ciepło idzie w promieniach słońca, odbija się i zbiera podobnie jak światło. Stąd lustro wklęsłe inaczej zowie się *palącem*.

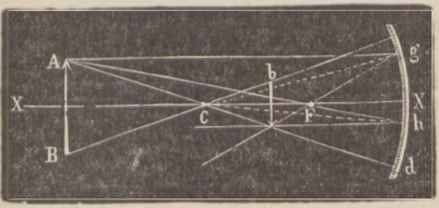
Naodwrót, umieszczając w ognisku lustra płomień lampy lub świecy, otrzy-



rys. 62. Lustro wklęsłe jako powiększające.

mamy odbity snop świetlny, (promienie równoległe), który jaskrawo oświetla wszystko na drodze i sięga bardzo daleko, na kilkaset metrów, a nawet kilka mil. W takiem zastosowaniu do *oświetlenia* na wielką odległość lustro zowie się *reflektorem*, np. w lokomotywach, parowcach, latarniach morskich.

2. Skoro przedmiot oświetlony znajduje się blizko lustra, przed ogniskiem, ujrzymy po za lustrem obraz przedmiotu *powiększony*, a zarazem *urojony*, gdyż w rzeczywistości promienie lustra nie przenikają. Wykreślenie takiego obrazu wyjaśnia rys. 62. Przeglądając się np. z blizka w lustrze wklęsłem, widzimy



rys. 63. Obrazy rzeczywiste w lustrze wklęsłem.

twarz powiększoną. W tym wypadku lustro zowie się *powiększającem.*

3. Oddalając przedmiot od lustra, tak iż zatrzyma się np. (w *b*, rys. 63) między ogniskiem (F) a środkiem krzywizny (C), ujrzymy obraz *powiększony*, ale *odwrotny*, t. t. górna część przedmiotu będzie dolną na obrazie, a prawa lewą;

obraz ten (A B) jest *rzeczywisty*, tworzy się bowiem ze spotkania promieni i jest widoczny na ekranie (ścianie, płótnie).

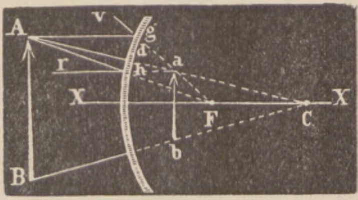
Oddalając przedmiot jeszcze bardziej, tak iż stanie (w A B, rys. 63) aż po za środkiem (C), zobaczymy obraz (w *b*) *zmniejszony* i *odwrotny;* można go uchwycić na papierku, trzymanym między środkiem a ogniskiem, zatem jest to obraz również *rzeczywisty*. Obraz więc i przedmiot wzajemnie ustępują sobie miejsca: dla przedmiotu w położeniu *b* obraz jest w A B, i nawzajem, dla przedmiotu w A B obraz znajduje się w *b*.

4. Zwierciadło *wypukłe* ma własność *rozpraszania* światła. Skoro na nie padają promienie równoległe do osi, np. słoneczne, po odbiciu rozpierzchają się i oddalają od osi. Ogniska więc istotnego lustro tu nie posiada, tylko *ognisko urojone* po za lustrem, gdzie zbiegają się przedłużone promienie odbite (w F, rys. 64).

Obrazy w takiem lustrze zawsze bywają *zmniejszone i urojone*, a położenie mają *proste* czyli naturalne, t. j. co

w przedmiocie stanowi część dolną, to i w obrazie jest częścią dolną.

Do takich zwierciadeł należą np. kule ogrodowe szklane, wewnątrz wysrebrzo-



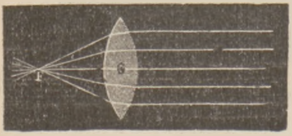
rys. 64. Obraz w lustrze wypukłem.

ne. Czy się w nich przeglądamy z bliska, czy obserwujemy obraz całej panoramy dokoła, wszystko wygląda miniaturowo.

48. Soczewka.

D o ś w. i S p o s t r z. Kij, zanurzony w wodzie do połowy, wydaje się złamany. Zaglądając ukośnie do filiżanki, gdzie na dnie leży pieniądz, nie widzimy go; skoro nalejemy wody do filiżanki, nie poruszając się, pieniądz się ukaże, jak gdyby go coś uniosło. Woda w rzece, gdzie dno widać, wydaje się płytszą, niż jest naprawdę.

1. Światło rozchodzi się w kierunkach prostych, jeżeli nie ma żadnej przeszkody. Skoro promienie światła padają z powietrza na jakieś ciało przezroczyste, np. szkło, wodę, zmieniają kierunek, czyli zbaczają od linii prostej; zboczenie to zowie się *załamaniem* światła. Np. promień *oc* (rys. 65), trafiając powierzchnię szkła *ab*, idzie dalej po linii *cr*, nie zaś po *co*, tak iż przysuwa się do linii normalnej *lt*. Naodwrót, gdyby promień biegł ze szkła w powietrze, i w szkle miał kierunek *rc*, po wyjściu ze szkła poszedłby po linii *co*, t. j. oddalając się normalnej *lt*.

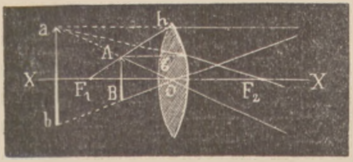


rys. 65. Soczewka wypukła jako szkło palące.

2. Ciała przezroczyste o powierzchni kulistej, załamując światło, zbierają je lub rozpraszają; ciała takie noszą miano *soczewek*. Stosownie do powierzchni, soczewki bywają wypukłe lub wklęsłe, podobnie jak lustra; soczewki jednak

wypukłe zbierają promienie, *wklęsłe rozpraszają* (lustra—przeciwne).

Najważniejszą w użyciu praktycznem bywa soczewka *wypukła* (podwójnie, rys. 66). Linia, przechodząca przez środek soczewki i środek krzywizny, t. j. kulistej powierzchni, jest *główną osią optyczną* soczewki. Promienie, padają-

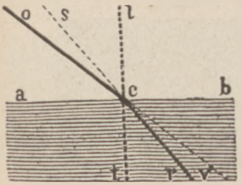


rys. 66. Soczewka wypukła jako szkło powiększające (lupa).

ce na soczewkę równolegle do osi, po załamaniu zbierają się w punkcie F, zwanym *ogniskiem głównem*. Skoro np. wystawimy soczewkę na słońce, natrafimy za pomocą papierka na takie miejsce za szkłem, gdzie na papierku jaśnieje punkt olśniewający, a zarazem papierek przepali się w tym punkcie.

Soczewka wypukła zowie się tedy inaczej *szkłem palącem.*

3. Patrząc przez soczewkę na przedmiot blizki, położony między szkłem a ogniskiem, np. w AB (rys. 67), ujrzymy obraz przedmiotu *powiększony* w miejscu *a b,* t. j. dalej od szkła, za ogniskiem. Obraz ten jest *urojony,* promienie bowiem przechodzą przez szkło w jedną stronę (na rysunku oko należy sobie wyobrazić ze strony prawej), a obraz powstaje ze strony przeciwnej, t. j. tam gdzie jest przedmiot; w obrazie spotykają się tylko przedłużenia promieni, nie zaś same promienie światła, to też na ekranie obrazu takiego nie widać.



rys. 67. Załamanie światła.

Przy zbliżaniu lub oddalaniu przedmiotu od soczewki powstają rozmaite obrazy *rzeczywiste,* bądź powiększone bądź zmniejszone, podobnie jak przy

użyciu luster wklęsłych (por. rys. 63); stosuje się to do fotografii, mikroskopii, latarni magicznej.

4. Soczewki *wklęsłe* dają zawsze obrazy *urojone* i *zmniejszone*, podobnie jak lustra wypukłe (por. rys. 64); służą one głównie do okularów i binokli.

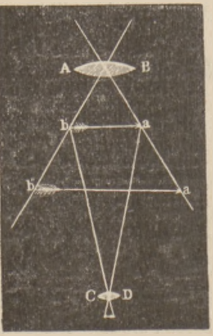
49. Mikroskop.

1. *Mikroskop* (drobnowidz), zwany także mikroskopem «złożonym», ponieważ składa się z dwóch szkieł zasadniczych, służy do oglądania przedmiotów nadzwyczaj drobnych, lub niedostrzegalnych gołem okiem. Jeśli chodzi o rozpatrywanie szczegółów w rzeczach drobnych, ale widocznych w całości dla oka gołego, np. owadów, części kwiatu, tkanin sztucznych, zwykle wystarcza *lupa* czyli *szkło powiększające* (rys. 66), zwane też mikroskopem «pojedynczym».

2. Mikroskop właściwy składa się głównie z 2 soczewek wypukłych, oprawionych w rurkę, wysuwaną; przedmiot kładzie się na t. zw. *stoliczku*

i oświetla się zwykle od spodu lusterkiem. Wszystkie pozostałe części mikroskopu, oprócz soczewek, tworzą *statyw* mikroskopu.

Dolna soczewka C D (rys. 68) zowie się *objektywem* czyli szkłem przedmiotowem, gdyż pod nią umieszcza się przedmiot badany; jest ona bardzo mała, silnie wypukła, zatem silnie skupia promienie, idące od przedmiotu, czyli ma «krótkie ognisko». Soczewka górna czyli okular (szkło oczne), A B jest większa i nie tak mocno zbiera promienie, t. j. ma «ognisko dłuższe». Przedmiot, położony bardzo blizko objektywu, (tuż po za jego ogniskiem), powiększa się znacznie, dając obraz w *a' b'*, blizko szkła górnego (przed ogniskiem okularu);



rys. 68. Obraz przedmiotu w mikroskopie.

obraz ten powiększa się powtórnie za pomocą okularu, tak iż ostatecznie ukazuje się w *a" b"*.

3. Najsilniejsze mikroskopy powiększają przeszło 2000 razy *liniowo*, tak, iż przedmiot wygląda na obrazie 2000 razy dłuższy i 2000 razy szerszy, niż w naturze, czyli co do powierzchni 4000000 razy większy (powiększenie *kwadratowe* wynosi 4 miliony).

Tak silnych powiększeń używa się tylko w ostateczności, skoro przy słabszych szczegóły są zbyt drobne, np. do oglądania bakteryi, wodorostów jednokomórkowych; w tym razie przedmioty muszą być nadzwyczajnie drobne i cienkie, a przytem jaskrawo oświetlone, aby je można było przejrzeć. Powszechnie wystarcza do badań mikroskopowych powiększenie (liniowe) 200, 400 lub 600 razy, pozwalające na rozpatrywanie rzeczy większych i grubych, przy słabszem świetle. W każdym razie, przez mikroskop można tylko nawskroś «przeglądać» ciała, zatem wszelkie przedmioty (preparaty) należy tak przyrządzać, aby były przeświecające.

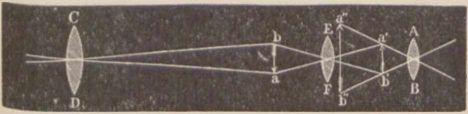
4. Do oświetlenia przedmiotu od spodu służy lusterko płaskie lub wklęsłe, które zbiera promienie światła dziennego na przedmiocie. Można też używać światła sztucznego, choć badanie wtedy bywa utrudnione, bo żadna lampa nie daje takiej pełni barw, jak światło dzienne. Preparaty umieszcza się na szklanej tafelce i nakrywa się zwykle drugiem szkiełkiem, cieniutkiem jak papier (szkiełko pokrywkowe). W powiększeniach bardzo silnych (1000 razy i wyżej) i takie szkiełko przeszkadza widzeniu, nie pozwala na przysunięcie preparatu do samego objektywu, co jest konieczne; w takich razach umieszcza się preparat w kropelce oleju specyalnego i w nią zanurza się objektyw; zowie się to *imersyą*. Objektywy do imersyi są tak małe, że ledwie je można dojrzeć; trudność szlifowania szkieł tak drobnych sprawia, że są nader kosztowne.

50. Lunety.

1. Do rozpatrywania przedmiotów dalekich i w skutek tego niedostrzegal-

nych dla gołego oka, albo widocznych niedokładnie, służą *lunety*.

Z pomiędzy kilku rodzajów lunet najpowszechniejszą jest luneta *ziemska* czyli widokowa. Składa się w zasadzie z 3 soczewek (rys. 69); największa czyli *objektyw* (D), zwrócony do przedmiotu, znajduje się na samym końcu lunety i daje obraz odwrotny i zmniej-



rys. 69. Obraz przedmiotu w lunecie.

szony w *a b;* środkowa soczewka E F odwraca ten obraz, nie zmieniając wielkości, tak iż obraz ma położenie naturalne *a' b';* soczewka oczna, czyli *okular* A B powiększa ten obraz i daje go ostatecznie w *a" b"*,

Luneta podobna, powiększając przedmiot, ukazuje go tak, jak gdyby się znajdował bliżej, czyli *przybliża* przedmioty. Powiększenie czyli zbliżenie

wynosi zwykle kilka do kilkunastu razy, najwyżej 30—40.

2. Luneta *astronomiczna* czyli *refraktor* różni się zasadniczo w tem od poprzedniej, że niema w niej soczewki średniej, zatem obrazy daje odwrotne, co w badaniu ciał niebieskich nie sprawia niedogodności. Powiększa kilkaset razy lub więcej i dochodzi do olbrzymich wymiarów, tak iż wymaga całego gmachu z maszyneryą do obracania lunety.

3. Do słabych powiększeń, np. w teatrze, służy mała luneta o innej budowie, zwana od wynalazcy lunetą *Galileusza*, a w zwykłej postaci, podwójnej, *lornetką teatralną*. W każdej z rurek lornetki mieszczą się 2 soczewki: przednia wypukła i tylna wklęsła; powiększenie wynosi 2 do 3 razy.

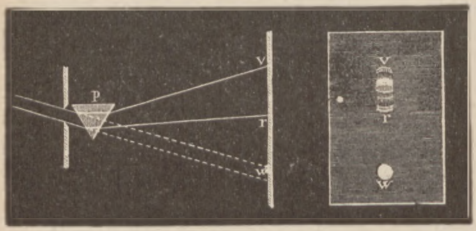
4. *Teleskopy* są to wielkie lunety astronomiczne, korzystające prócz soczewek, z luster wklęsłych. Obecnie wychodzą z użycia, ponieważ lustro srebrne (szklane dają niedokładne obrazy, por. rozdz. 46) od czyszczenia traci gładką powierzchnię zwierciadlaną.

51. Tęcza.

1. Wstęga różnokolorowa w postaci łuku, wspartego końcami na widnokręgu, nazywa się *tęczą*. Można w niej zauważyć 7 barw główniejszych, ułożonych w porządku następującym: czerwona, pomarańczowa, żółta, zielona, błękitna, szafirowa, fiołkowa. Tęcza ukazuje się wtedy, gdy chmura deszczowa znajduje się przed nami, a słońce za nami, nie bardzo wysoko na niebie. Pochodzi zaś stąd, że światło słońca załamuje się w kropelkach wody, jakie składają chmurę, rozkłada się na promienie barwne i odbija z powrotem.

Że białe światło słoneczne zawiera w sobie różne barwy, przekonywa doświadczenie następujące (rys. 70). Przez wązką szparę w okiennicy puszcza się wiązkę promieni słońca na pryzmat *p* (trójgraniasty słupek szklany); promienie te, pierwotnie równoległe do siebie, jako idące z bardzo daleka, w pryzmacie załamują się i *rozszczepiają*, czyli zbaczają i rozchodzą się szerzej, rozkła-

dając się na kolory tęczy, tak iż na ścianie tworzą wstęgę kolorową, zwaną *widmem* (spektrem) *vr*. Promienie czerwone *r* są najmniej łamliwe, t. j. zbaczają najmniej od pierwotnego kierunku *w*, jaki miałyby wszystkie promienie po usunięciu pryzmatu; promienie fioł-

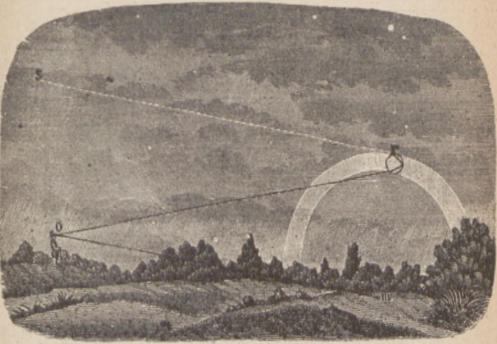


rys. 70. Rozszczepienie światła w pryzmacie.

kowe *v* załamują się najbardziej. W braku pryzmatu, zamiast widma *vr* byłaby na ścianie, znacznie niżej, biała plama *w*.

2. Przebieg światła wewnątrz kropli (rys. 71) jest następujący: Promień *s* padający na górną stronę kropli *r*, załamuje się, trafia na tylną stronę kropli

i odbija się od niej, wreszcie wychodzi w powietrze, załamując się powtórnie. W wędrówce tej promień biały jednocześnie rozkłada się na barwy, tak iż w oku ludzkiem *o* powstaje wrażenie



rys 71. Tęcza.

kolorowej smugi, która z powodu kulistości kropel ma postać łuku.

Promienie światła padają jednak i na przeciwną, dolną stronę kropli. Promień taki załamuje się ku górze i ku tyłowi kropli, odbija się tutaj prawie pionowo w górę, następnie drugi raz

ku przodowi i wreszcie załamany powtórnie wychodzi w powietrze i wpada do oka. Stąd pochodzi *druga tęcza*, jaką można widywać w przyjaznych warunkach, t. j. na tle chmur bardzo ciemnem; obejmuje ona tęczę główną i ma układ kolorów przeciwny. Owa tęcza dodatkowa jest bardzo blada, gdyż światło przy podwójnem odbiciu i załamaniu traci na sile.

3. Każda kropelka zachowuje się podobnież względem światła, dając w oku wrażenie jednej barwy; z powodu wielkiej odległości byłaby ona niedostrzegalną, gdyby nie to, że takich kropel jest ilość niezmierna, wyżej i wyżej, bliżej i dalej, na prawo i lewo.

Tęcza ma postać łuku, gdyż promienie, jakie ją tworzą, muszą mieć kierunek ściśle określony zarówno względem słońca, jak obserwatora: wszystkie leżą w łuku koła, którego środek znajduje się na linii prostej, przeprowadzonej w myśli od słońca przez oko ku tęczy.

Krople, unoszące się znacznie wyżej, niżej lub z boku, nie mają znaczenia

dla tego samego obserwatora, ale mogą utworzyć tęczę dla innych. Rozmaita wysokość kropel w określonych granicach wywołuje rozmaitość barw tęczy, a gęste skupienie lub spadek tych kropel sprawia, że wydają się oku pasmem nieprzerwanem.

4. W podobny sposób tłómaczy się *lisia czapka* na księżycu, czyli blada, mętna obwódka, widoczna niekiedy dokoła księżyca.

Zorza poranna i wieczorna, jakoteż krwawy kolor słońca i księżyca o zachodzie pochodzi stąd, że para wodna pochłania z białego światła pewne promienie, przepuszcza zaś głównie czerwone. Światło więc, idące od słońca lub księżyca tuż nad ziemią, przez grubą warstwę atmosfery, pełną wilgoci, pozbywa się pewnych promieni, i do oka dochodzi głównie czerwień.

Na tej zasadzie «krwawy» zachód słońca jest zwiastunem niepogody.

52. Fotografia.

1. Sztuka otrzymywania i utrwalenia obrazów za pomocą środków tech-

nicznych zowie się *fotografią*. Polega ona w części na czynnościach fizycznych, w części chemicznych. Za pomocą *soczewki* powstaje obraz przedmiotu w aparacie fotograficznym, a *chemiczne działanie światła* utrwala ten obraz.

Pierwotnie (przed laty 50) fotografowano na blasze srebrzonej; później na szkle, oblanem kolodyonem (roztwór bawełny strzelniczej w eterze ze spirytusem); obecnie otrzymuje się obrazy na szkle, powleczonem żelatyną. We wszystkich tych rodzajach płytek czułych na światło, czyli *klisz fotograficznych*, materyą wrażliwą, która od światła się rozkłada, czernieje, stanowią *sole srebrne* mianowicie związki srebra z chlorem, bromem i jodem. Dzisiejsze klisze są przeważnie *bromo-srebrne*, t. j. składają się z szyb szklanych, powleczonych z jednej strony żelatyną z bromkiem srebra (emulsya).

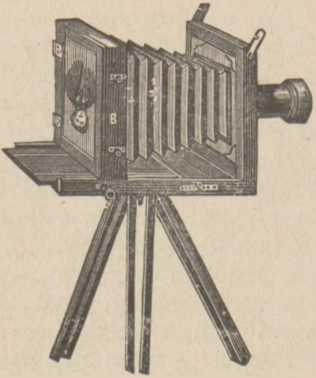
2. Przedewszystkiem chodzi w fotografii o *zdjęcie* obrazu na kliszy, następnie o *kopiowanie* tego zdjęcia, t. j. otrzymanie stąd dowolnej liczby odbitek.

Emulsya na kliszy (bromo-srebrna) jest żółtawo-biała, czernieje zaś pod wpływem światła. Skoro więc za pomocą soczewki powstaje na niej obraz świetlny, to jasne części obrazu (niebo, ściana domu, twarze) podziałają na kliszę, która w tych miejscach staje się szarą lub czarną, gdy przeciwnie, części w naturze mało oświetlone lub czarne (otwory okien, cienie pod drzewami, czarne ubrania i włosy) pozostawią kliszę niezmienioną w tych miejscach, czyli białą. Obraz na kliszy ma odcienie przeciwne, niż w naturze i zowie się *negatywem* (ujemnym).

Skoro pod taki negatyw podłoży się nową kliszę lub papier, powleczony podobną emulsyą, i wystawi się na światło, to papier ściemnieje tam tylko, gdzie światło przechodzi przez negatyw t. j pod miejscami białemi (przezroczystemi) negatywu; powstaje więc obraz na papierze, zgodny z rzeczywistością, czyli *pozytyw* (dodatni). Podkładając pod kliszę ujemną świeży papier naczulony, otrzymuje się drugie odbicie dodatnie i t. d. można otrzymać

nieograniczoną ilość kopij czyli *odbitek.*

3. Przyrząd czyli *aparat fotograficzny* składa się z pudła rozsuwanego (rys. 72), gdzie w przedniej ścianie mieści



rys. 72. Aparat fotograficzny.

się objektyw czyli soczewka zbierająca (A), w tylnej szkło matowe (E). Aparat ustawia się zwykle na trójnogu (statywie.

Skierowawszy objektyw na przedmiot żądany, rozsuwa się pudło dotąd,

aż obraz przedmiotu będzie wyraźnie widać na szybie matowej; czynność ta zowie się *nastawianiem*. Wizerunek przedmiotu jest odwrotny i zmniejszony (por. rozdział 48).

Następnie zamyka się otwór objektywu pokrywką (migawką) wkłada się kliszę, zawartą w szczelnem płaskiem pudełku (kasecie), które się otwiera od wewnątrz, odsłaniając kliszę. W pożądanej chwili odsłania się objektyw (pokrywką lub migawką), skutkiem czego światło wpada przezeń do aparatu i działa na kliszę; stanowi to właściwe *zdjęcie* (ekspozycyę).

4. Kliszę wyjmuje się z kasety w ciemnym pokoju, oświetlonym tylko latarką o szkle czerwonem (czerwone promienie na klisze prawie nie działają). Obraz w emulsyi jest utajony, t. j. niewidoczny na kliszy; dopiero po zanurzeniu kliszy do *wywoływacza*, czyli cieczy odtleniającej, ukazuje się on i stopniowo nabiera siły; *wywołany* ten czarny obraz składa się z czystego srebra w postaci rozdrobnionej. Trze-

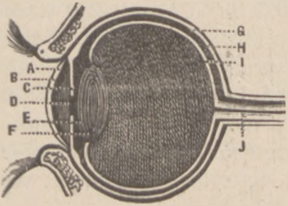
ba go następnie *utrwalić*, pozostałe bowiem miejsca białe (bromek srebra) zczerniałyby na świetle; utrwalanie polega na rozpuszczeniu bromku srebra i wypłukaniu go z emulsyi. Po wysuszeniu otrzymuje się negatyw, zdatny do kopjowania.

5. Po skopojwaniu, czyli odbiciu wizerunku na papierze, powleczonym zwykle emulsyą z chlorku srebra, trzeba odbitkę utrwalić, t. j. znieczulić na światło przez wypłukanie owego chlorku srebra. Otrzymuje się wtedy trwałe obrazy na papierze, zwane pospolicie *fotografjami*. Zwykle, oprócz utrwalenia, odbitki podlegają jeszcze *tonowaniu* w roztworze złota lub platyny, aby nabrały pożądanego «tonu», czyli barwy dla oka przyjemnej. *Retuszowanie* polega na zaprawieniu ołówkiem lub pędzelkiem plamek i drobnych niedokładności w obrazie; bywa ono praktykowane zwykle na portretach.

53. Oko.

1. Za pomocą *oka* doznajemy wrażeń świetlnych, czyli widzimy przed-

mioty; oko jest *narządem wzroku*. Zewnętrzna powłoka czyli *gałka* oczna składa się z masy białej, twardej jak róg, zwanej *bielmem* albo *białkiem* (rys. 73 f), z wyjątkiem przedniej wypukłej części, przezroczystej jak szkło, zwanej *rogówką (a)*.



rys. 73. Oko i widzenie.

Pod bielmem leży *naczyniówka (g)*. warstwa odżywcza oka, zawierająca naczynia krwionośne, a pod nią, w tyle oka, *siatkówka*, warstwa wrażliwa na światło, złożona z gałeczek nerwowych, które się łączą w jeden ogólny *nerw wzrokowy (n)*. Naczyniówka tworzy z przodu oka, za rogówką, krążek róż-

nokolorowy, zwany *tęczówką (c)*, z otworem pośrodku, *źrenicą*. Za tęczówką znajduje się przezroczysta, wypukła *soczewka* oczna *(e)*.

2. Widzenie polega na tem, że promienie światła od przedmiotu (K L) przez rogówkę i źrenicę dostają się do soczewki, gdzie łamiąc się głównie, tworzą obraz przedmiotu odwrotny i zmniejszony *(kl)* na siatkówce. Nerw wzrokowy przenosi wrażenie obrazu świetlnego do mózgu, gdzie powstaje świadomość obrazu, t. j. ma miejsce widzenie właściwe. Wnętrze oka wypełniają ciecze, które też wywierają pewien wpływ na dokładność widzenia.

3. Oko normalne czyli zdrowe widzi równie wyraźnie przedmioty blizkie, jak i dalekie; najbliższa odległość *wyraźnego widzenia* stanowi 25 cm.

Soczewka oczna i inne części mają zdolność *przystosowania się* (akomodacyi) do różnych odległości. W razie przedmiotów dalekich, soczewka cokolwiek się płaszczy, przy patrzeniu zaś z blizka, staje się wypuklejszą. *Wzrok*

krótki i *daleki* bywa skutkiem niedostatecznej akomodacyi; krótkowidze mają załamanie światła w oku zbyt silne (soczewkę zbyt wypukłą, tak, iż obrazy przypadają przed siatkówką), dalekowidze — zbyt słabe (soczewkę zanadto płaską, przez co obrazy przypadają za siatkówką). Obie wady oczu można poprawić przez odpowiedni dobór szkieł: krótkowidze muszą używać okularów o szkłach rozpraszających (wklęsłych), dalekowidze — o szkłach zbierających (wypukłych), ażeby osiągnąć wyraźne widzenie w odległości najbliższej 25 cm.

4. Do części oka *dodatkowych* należą: mięśnie, w liczbie sześciu, które zwracają gałkę oczną w różne strony; dalej powieki, zamykające oko z góry i z dołu; rzęsy, chroniące od pyłu i nadmiernego światła; brwi, zabezpieczające od spływania potu z czoła do oka; gruczołki łzowe, które stale zwilżają oko za pomocą łez, spływających nieuczuwalnie po gałce ocznej, a wylewających się na zewnątrz w razie płaczu.

VII. O MAGNETYZMIE.

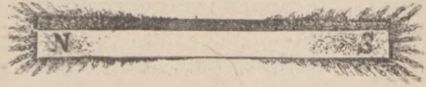
54. Magnetyzm.

1. Pod nazwą *magnetyzmu* rozumiemy zdolność przyciągania, które posiada żelazo i kilku metalów pokrewnych. Najdawniej zauważono tę własność w rudzie żelaznej, zwanej żelaziakiem magnetycznym; jest to *magnes naturalny*. Później nauczono się wyrabiać *magnesy sztuczne* ze stali hartowanej, mające większą siłę przyciągania; mają one zwykle kształt podkowy, pręta lub igły.

2. Nie cała powierzchnia magnesu przyciąga jednakowo; przy końcach magnesu istnieją punkty, zwane *biegunami* (N i S), gdzie przyciąganie jest najsilniejsze, pomiędzy niemi zaś leży *pas obojętny*, gdzie przyciągania niema wcale.

Magnes ruchomy, t. j. zawieszony tak, aby się mógł obracać poziomo, kieruje się jednym końcem mniej więcej na północ, drugim na południe; stąd bieguny otrzymały nazwę *północnego* (N) i *południowego* (S).

Jeżeli dwa magnesy oddziaływają na siebie, można się przekonać, że *bieguny*



rys. 74. Bieguny magnesu.

jednakowe się odpychają, odmienne — przyciągają.

3. Za zbliżeniem żelaza magnes wywołuje w nim siłę magnetyczną, mianowicie po najbliższej stronie wytwarza magnetyzm przeciwny, przyczem nie udziela mu swego magnetyzmu, ale tylko skierowywa oba magnetyzmy, jakie posiada żelazo z natury.

Magnes, podzielony na kawałki, choć-

by najdrobniejsze, daje z siebie tyle magnesów, ile jest kawałków, i każdy posiada oba bieguny; na tej zasadzie przypuszczamy, że każda cząstka magnesu jest także magnesem, o biegunach skierowanych w przeciwne strony. Cząstki zaś zwykłego żelaza lub stali zawierają oba magnetyzmy, ale bieguny są zwrócone na wszystkie strony, i stąd działania ich nawzajem się znoszą, t. j. żelazo i stal wydaje się niemagnetyczną.

4. Za dotknięciem, albo lepiej pocieraniem stali hartowanej, jakimkolwiek biegunem magnesu, *stal magnesuje się na zawsze*; czyli staje się magnesem niezależnym. W ten sposób jednym magnesem można namagnesować tysiące igieł, stalówek, szydeł, noży i w ogóle jakichbądź przedmiotów stalowych; główny zaś magnes, sprawca tylu magnetyzmów, nie traci nic na sile. Ttómaczy się to łatwo na pomienionej zasadzie magnetyzmu cząstkowego, wrodzonego stali; pocieranie nie udziela jej magnetyzmu, ale skierowuje wszystkie północne magnetyzmy czą-

stek w jedną stronę, południowe — w przeciwną, tak iż na końcach ich powstają bieguny.

Żelazo czyste, miękkie, w zetknięciu z magnesem również się magnesuje, ale tylko dopóty, póki trwa zetknięcie: po odjęciu magnesu żelazo traci zupełnie zdolność magnetyczną. Zatem *żelazo magnesuje się czasowo* tylko, co daje liczniejsze jeszcze zastosowania, niż magnesów stalowych (telegraf, dzwonek elektryczny i t. p.).

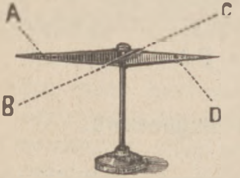
55. Igła magnesowa.

1. Magnes w postaci wązkiej i cienkiej blaszki, ostro zakończonej, zowie się *igłą magnesową* (rys. 75). Po środku igła ma zwykle czopek wydrążony, którym opiera się na ostrzu, tak iż może się łatwo obracać w kierunku poziomym.

2. Że igła magnesowa zwraca się stale jednym biegunem na północ, drugim na południe, można pojąć łatwo, przyjąwszy istnienie *magnetyzmu ziem-*

skiego. Cała kula ziemska, według tego poglądu, stanowi jeden olbrzymi magnes, którego biegun północny leży na półkuli południowej, i nawzajem, biegun południowy na półkuli północnej.

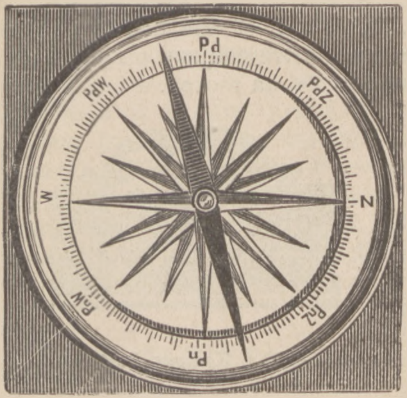
Bieguny magnetyczne ziemi nie istnieją w tych miejscach, gdzie bieguny geograficzne, t. j. nie na końcach osi ziemskiej, ale w pewnej odległości (np. biegun magnetyczny południowy przypada w zatoce Baffina, niedaleko Grenlandyi). Igła więc magnesowa nie wskazuje dokładnie na północ i południe, ale ku biegunom magnetycznym ziemi. Stąd pochodzi odchylenie igły od południka czyli *zboczenie magnetyczne*, rozmaite dla każdej miejscowości na ziemi; zmienia się ono także z biegiem czasu.



rys. 75. Igła magnesowa.

W Warszawie np. zboczenie wynosi obecnie prawie 9 stopni na za-

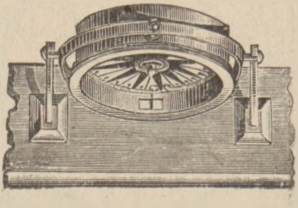
chód. Chcąc więc jechać prosto na północ, nie można się trzymać kierunku igły, ale wytknąć kierunek o 9⁰ na prawo.



rys. 76. Busola.

3. Igła magnesowa, zawarta w puszce za szkłem, opatrzonej podziałką na stopnie lub różą wiatrów, stanowi *kompas* czyli *busolę*. «Różą wiatrów» nazywa się rysunek gwiazdy o tylu promieniach, ile liczyć chcemy kierunków

na wszystkie strony świata; prócz głównych czterech: północy (N), południa (S), wschodu (E) i zachodu (W), znaczy się zwykle i pośrednie: NW, NE, SW, SE, dalej NNW, NNE, WNW, ENE i t. d., aż do 32 kierunków. Kompas stanowi najważniejszy przyrząd do kierowania się na morzu.



rys. 77. Kompas okrętowy.

Kompas okrętowy musi być tak urządzony, aby pomimo kołysania statku miał zawsze położenie poziome. Magnes jest tu trwale przytwierdzony do róży wiatrów i obraca ją wraz z sobą tak, iż daje stale kierunek z północy na południe (przyczem uwzględnić należy zboczenie magnetyczne). Podziałkę po-

siada oprawa kompasu, umocowana do okrętu, tak iż wewnątrz niej obraca się pomieniony magnes z tarczą wiatrów i wskazuje kierunek statku. Oprawa ma kształt półkuli, obciążona jest na dnie ołowiem i zawieszona w pierścieniu, tak iż oś idzie poziomo i stanowi średnicę pierścienia. Ten pierścień podobnież wisi w drugim, tak iż oś również idzie poziomo, a prostopadle do pierwszej osi. W ten sposób wahania statku naprzód i w tył, czy na boki, nie oddziaływają na ową półkulę, która w swych zawiasach wciąż zachowuje położenie poziome.

VIII. O ELEKTRYCZNOŚCI.

56. Elektryczność.

Dośw. Kawałek laku lub bursztynu, potarty o sukno, przyciąga papierki lub piórka, rozrzucone na stole.

1. Od tarcia, niektóre ciała, jak żywica, szkło, guma, nabierają zdolności

przyciągania lekkich przedmiotów. Ponieważ własność tę dostrzeżono po raz pierwszy na bursztynie, dawniejsi uczeni od greckiego miana bursztynu (elektron) nazwali tę zdolność przyciągającą *elektrycznością*, i stąd nazwa przeszła z czasem na inne podobne objawy.

2. Elektryczność można wzbudzić w ciałach nietylko przez tarcie, ale też drogą *przewodnictwa*, czyli udzielania jej od ciał innych, za dotknięciem, skoro tamte ciała są już naelektryzowane jakimś sposobem. Pewne ciała przyjmują łatwo elektryczność, rozprowadzają w jednej chwili po swej powierzchni i oddają równie łatwo; są to *przewodniki* elektryczności, jak: wszelkie metale, węgiel, poniekąd woda, oraz ciała ludzkie, zwierzęce i roślinne. Inne ciała elektryzują się tylko w miejscu dotknięcia i tutaj elektryczność zachowują; są to ***nieprzewodniki*** czyli *izolatory* (właściwie *złe* przewodniki, gdyż doskonałych nieprzewodników niema), np. szkło, kauczuk, wszelkie żywice, siarka, jedwab, powietrze suche. Takie ciała, jak

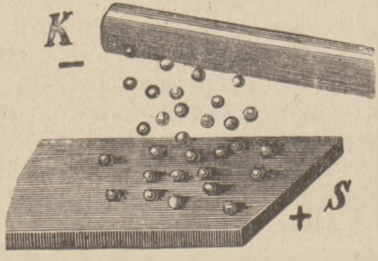
drzewo suche, papier, zajmują stanowisko pośrednie.

Ażeby zachować elektryczność w ciałach, należy je otoczyć nieprzewodnikami czyli *izolować* (odosobnić).

3. Szkło i żywice (kauczuk) zachowują się przeciwnie pod względem elektrycznym; to, co przyciąga szkło naelektryzowane, odpycha żywicę i nawzajem. Podobnież inne ciała naelektryzowane odpychają np. kulki z rdzenia bzowego, dotknięte szkłem, równie jak samo szkło, a przyciągają dotknięte żywicą; albo też odpychają kulki, dotknięte żywicą, tak jak żywicę, a przyciągają dotknięte szkłem. Stąd np. kulki między szkłem S (rys. 78) a kauczukiem (K) potartym, podskakują i opadają naprzemian.

Powyższe przyciąganie i odpychanie doprowadziło do pojęcia o *dwóch rodzajach elektryczności:* jednej, podobnej jak w szkle, drugiej—właściwej żywicy; pierwszą nazwano *dodatnią* (znak +), drugą *ujemną* (znak —). Podobnie jak magnetyzmy, *jednakowe elektryczności odpychają się, przeciwne—przyciągają.*

W ogóle zaś przeciwne elektryczności, dodatnia i ujemna dążą do połączenia się wzajemnego i zobojętniają się, czyli *znoszą się* wzajemnie, jeżeli są w równych ilościach; skoro przeszkoda jakaś (izolacya) nie dopuszcza połączenia,



rys. 78. Przyciąganie i odpychanie elektryczne.

obie elektryczności *wiążą się* wzajemnie, czyli utrzymują w stanie równowagi, nie ujawniając żadnych skutków na zewnątrz (podobnie jak dwaj ludzie równej siły, naciskający drzwi z jednej i drugiej strony).

4. Co do istoty elektryczności, sta-

rano się ją dawniej wytłómaczyć istnieniem szczególnych «fluidów» czyli cieczy nieważkich, niewidzialnych. Obecnie upatrujemy tu pewien stan napięcia eteru (niesłychanie subtelnej materyi, wypełniającej luki międzycząstkowe w ciałach i całą przestrzeń wszechświata), a w ruchu elektryczności — drgania eteru, podobnie jak w promieniach światła.

Skoro pociera się dwa ciała obojętne, zawsze *elektryzują się obydwa*, czyli otrzymują ładunki elektryczne; i to w jednakowej ilości, a przeciwnego rodzaju (jedno dodatni, drugie ujemny). Znaczy to, że w jednem stan elektryczny (potencyał) podnosi się wyżej stanu obojętnego (zera), w drugiem opada poniżej owego stanu; za połączeniem obu stany wyrównywają się i ciało się zobojętnia. Coś podobnego można łatwo okazać na wodzie w dwóch rurkach spółkujących: skoro je wstrząśniemy i zamkniemy rurę łączną, woda w jednej się podniesie, w drugiej opadnie w takiej samej ilości; za po-

łączeniem obu rurek poziom się wyrównywa.

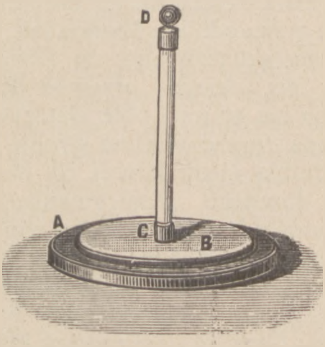
W spółczesnem pojęciu elektryczność dodatnia jest równoznaczna podniesieniu stanu elektrycznego, ujemna—obniżeniu; za normę (zero) przyjmuje się stan elektryczny (potencyał) ziemi. *Wszelka elektryczność uchodzi do ziemi*, t. j. każde ciało naelektryzowane, czy dodatnio, czy ujemnie, traci elektryczność, skoro je połączymy przewodnikiem z ziemią.

57. Elektrofor.

1 *Elektrofor* służy do otrzymania silniejszych ładunków elektrycznych, niż od potarcia szkła lub żywicy. Składa się z tafli metalowej *(c*, rys. 79), na której spoczywa krążek żywiczny (z twardej smoły szewckiej *a)*, oraz z pokrywki metalowej *(b)*, podnoszonej na sznureczkach jedwabnych lub szklanym trzonku.

Od natarcia suknem lub natrzepania futrem (lisim ogonem) żywica elektryzuje sie ujemnie, wzbudza obie elektrycz-

ności w pokrywce, którą po natarciu krążka kładzie się na nim; z el. tych żywica wiąże el. dodatnią, (ale nie zobojętnia), a ujemną, jako jednakową, odpycha na wierzch pokrywki. Skoro



rys. 79. Elektrofor.

dotknąć ręką pokrywki, elektryczność ta uchodzi przez ciało do ziemi, przyczem między pokrywką a ręką ukazuje się mała iskierka. Za podniesieniem pokrywki el. dodatnia, jaka na niej pozostaje w stanie wolnym, rozchodzi się

swobodnie po całej powierzchni, tak, iż zbliżając pokrywkę do ręki lub jakiegobądź przewodnika, złączonego z ziemią, otrzymamy znowu iskierkę.

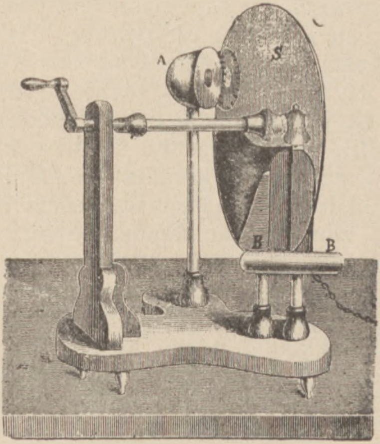
2. Działanie elektroforu polega na *elektrycznej influencyi* (indukcyi), czyli wpływie ciała elektrycznego na obojętne sąsiednie przewodniki. Mianowicie, skoro ciało naelektryzowane, np. dodatnio, zbliżymy do jakiegoś przewodnika, to wzbudzają się w nim obie elektryczności: ujemna (przeciwna) na stronie bliższej, dodatnia (jednakowa) na dalszej. Według dawnego zapatrywania, obie elektryczności (»fiuida»), jakie zmieszane ma zawierać każde ciało w stanie obojętnym, rozdzielają się od siebie pod wpływem ciała elektrycznego w sąsiedztwie. Obecnie tłómaczymy influencyę poprostu różnicą stanów elektrycznych obu powierzchni przewodnika, skoro jedna strona jest zwrócona do ciała elektrycznego, druga odwrócona przeciwnie.

58. Machina elektryczna.

1. Ażeby zebrać większą ilość elektryczności, niż daje elektrofor, posługujemy się *maszyną elektryczną*. W najprostszej postaci składa się ona z okrągłej szyby S (rys. 80), obracanej dokoła osi tak, iż przechodzi między poduszkami BB, przyciśniętemi do niej z obu stron, wreszcie z konduktora A. Poduszki skórzane smaruje się maścią metalową, złożoną z amalgamatu cyny i cynku (roztworu tych metalów w rtęci). Konduktor jest pustą kulą mosiężną, osadzoną, jak wszystkie części maszyny, na szklanej nóżce, w celu izolowania od ziemi; służy on do nagromadzania elektryczności i posiada od strony szyby dwa pierścienie, najeżone igiełkami. Dwa kawałki jedwabiu okrywają szkło z obu stron koło poduszek, aby lepiej utrzymać na niem elektryczność.

2. W czasie obracania tarczy szklanej, od tarcia o poduszki elekryzuje się ona dodatnio, a poduszki ujemnie; przechodząc następnie pomiędzy pierścienia-

mi konduktora, szyba wzbudza w nich przez influencyę el. ujemną, która przez ostrza igiełek spływa na szybę i rozbra-



rys. 80. Machina elektryczna.

ja ją (ostrza mają własność rozpraszania elektryczności), a wzbudzona dodatnia elektryczność zostaje odepchnięta i gromadzi się na kuli konduktora. Elek-

tryczność ujema poduszek spływa przewodnikiem do ziemi.

Za każdym obrotem przybywa elektryczności na konduktorze, ponieważ szyba, rozbrojona między ostrzami, elektryzuje się na nowo od tarcia i oddaje swą el. dodatnią przez influencyę konduktorowi. W powietrzu suchem ładunek elektryczny konduktora bywa bardzo wysoki, tak iż za zbliżeniem ręki lub przewodnika, złączonego z ziemią, przeskakuje doń z konduktora *iskra* z trzaskiem donośnym.

3. Trzask iskry pochodzi zapewne stąd, że powietrze na drodze wyładowania elektrycznego ustępuje, cząstki jego jakby się rozpryskują chwilowo, tworząc próżnię, w którą natychmiast po wyładowaniu wpada powietrze otaczające i sprawia wstrząśnienie, podobnie jak to ma miejsce przy raptownem odkorkowaniu flaszki próżnej.

Na ciele, doznaje się od iskry wrażenia ukłucia, a przy ładunkach silniejszych nadto wstrząśnienia, która sięga tem głębiej i bywa tem przykrzejsze, im

maszyna jest większa, a powietrze suchsze.

Wilgoć w powietrzu bardzo osłabia działanie maszyny, rozpraszając elektryczność naokoło, a nawet zupełnie tamuje elektryzacyę szyby, skoro na niej osiada choćby w najmniejszej ilości. Dlatego należy się trzymać jak najdalej od maszyny, a zwłaszcza unikać oddychania w jej stronę.

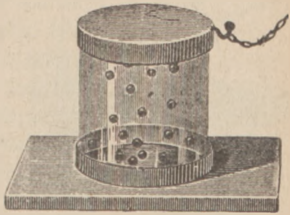
Na oko iskra wygląda jak linia świetlna, prosta, skoro jest krótka, a wygięta lub zygzakowata, w razie większej długości, podobna do błyskawicy.

W pobliżu maszyny daje się uczuwać woń przenikliwa, jakby od spalonej siarki; sprawia ją *ozon*, gaz powstający z tlenu powietrza w czasie wyładowań elektrycznych.

4. Za pomocą maszyny elektrycznej można wykonać cały szereg ciekawych doświadczeń. Można np. naładować elektrycznością całego człowieka, skoro stanie na stołeczku o szklanych nóżkach i zostanie połączony z konduktorem. Włosy jeżą się i świecą w cie-

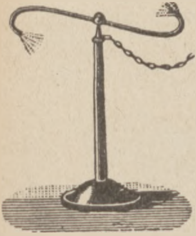
mności; od ciała, zwłaszcza z rąk biją iskry za zbliżeniem innej osoby lub przewodnika.

W szklance o dnie i pokrywce metalowej (rys. 81), gdzie nasypano kulek bzowych, kulki te skaczą zawzięcie, skoro się pokrywkę połączy z maszyną, a spód z ziemią. Ów «taniec elektryczny» jest skutkiem przyciągań i odpychań elektrycznych (por. objaśnienie do rys. 76).


rys. 81. Taniec elektryczny.

Na izolowanym pręcie metalowym wiszą dwa dzwonki, jeden na łańcuszku, drugi na jedwabnym sznurku, połączony zarazem z ziemią; pomiędzy obu dzwonkami wisi na nitce jedwabnej kulka mosiężna. Za połączeniem pręta z maszyną, kulka uderza to w jeden, to w drugi dzwonek, tem mocniej i częściej, im silniejszy ładunek ma konduktor maszyny.

Zgięty w kształcie litery S i zaostrzony na końcach drucik (rys. 82) osadza się w środku na czopku wydrążonym i stawia się na ostrzu igły, tkwiącej w izolowanej podstawce, tak iż drut z łatwością może się obracać. Skoro się igłę połączy łańcuszkiem z maszyną, wiatraczek druciany wiruje szybko w kierunku przeciwnym, niż końce są zgięte. Elektryczność bowiem wypływa z ostrych końców, elektryzując cząstki powietrza, które się wzajemnie odpychają i tworzą prąd powietrza, popychający wiatraczek.



rys. 82. Wiatraczek elektryczny.

59. Butelka lejdejska.

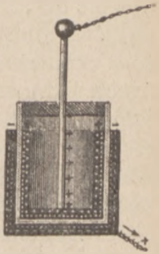
1. Istnieje sposób *zagęszczenia* elektryczności, czyli nagromadzenia na pewnej powierzchni więcej elektryczności, niż ta powierzchnia sama zmieścić może, np. przy połączeniu z maszyną.

Przyrząd do tego celu zowie się *kondensatorem;* składa się z dwóch przewodników, (np. blach) przegrodzonych nieprzewodnikiem (np. szkłem, powietrzem).

2. Najdogodniejszą postać kondensatora stanowi *butelka lejdejska,* nazwana tak od miejsca pochodzenia, miasta Leyden w Holandyi. Składa się ze słoja (rys. 83 i 84), oklejonego wewnątrz i zewnątrz cynfolią (papierem cynowym, używanym do owijania herbaty, czekolady itp.), z wyjątkiem szerokiego obrzegu, gdzie pozostawia się szkło czyste. Przez korek słoja przechodzi pręt mosiężny z gałką na wierzchu, a od spodu dotykający wewnętrznej okładki cynfolii. Wolny brzeg słoja lakieruje się szellakiem, aby szkło nie potniało na wilgoci, a korek (pokrywkę) wyrabia



rys. 83. Butelka lejdejska.



rys. 84. Przekrój butelki.

się z kauczuku lub odlewa z żywicy, jako najlepszej izolacyi.

3. Butelkę ładuje się elektrycznością tak, iż bierze się ją w rękę za okładkę i zbliża do konduktora maszyny, aby iskry biły do kulki, lub dotyka się konduktora tą kulką. Skoro następnie odejmie się butelkę od maszyny, ma ona obie okładki silnie naładowane elektrycznością odmienną, tak iż za dotknięciem rękoma jednocześnie do zewnętrznej cynfolii i do gałki, otrzymuje się iskrę białą, jaskrawą, z silnym trzaskiem, i odczuwa się gwałtowne wstrząśnienie w rękach, a nawet w całem ciele.

4. Zagęszczenie elektryczności w butelce tłómaczy się w sposób następujący. Dodatnia elektryczność maszyny ładuje gałkę, pręt, i rozchodzi się przez nie po wewnętrznej okładce. Przez influencyę wzbudza obie elektryczności w okładce zwierzchniej, przyczem el. ujemną przyciąga ku środkowi, tak iż zbiera się ona na powierzchni szkła i tutaj wiąże się z elektrycznością dodatnią strony wewnętrznej; wzbudzona zaś el. dodatnia, jako odpychana, uchodzi do ziemi przez

rękę lub łańcuszek. Wzamian elektryczności związanej, przypływa nowa ilość elektryczności z maszyny na okładkę wewnętrzną, wywołuje odpowiedni ładunek przeciwny na wierzchu butelki i wiąże go i t. d., tak, iż na obu okładkach, oddziaływających na siebie wzajemnie, nagromadza się ilość elektryczności daleko większa, niż gdyby każdą z tych okładek ładowano osobno, zdala jedną od drugiej.

5. W suchem powietrzu butelka przechowuje ładunek elektryczny dość długo, gdyż szkło rozdziela skutecznie obie elektryczności. Zwykłe jednak powietrze, nie osuszone sztucznie, rozprasza elektryczność obu okładek, tak, iż butelka wkrótce się rozbraja.

Duża butelka lejdejska, świeżo nabita, daje iskry tak silne, że uderzenia ich mogą być niebezpieczne dla człowieka, a drobne zwierzęta zabijają. Z połączenia kilku lub więcej takich butelek powstaje *baterya elektryczna*, dająca wyładowania jeszcze potężniejsze, połączone z rażącym blaskiem i ogłusza-

jącym hukiem, a dla człowieka zabójcze jak piorun.

Ażeby uniknąć niebezpieczeństwa lub przykrego wstrząśnienia przy takiem wyładowaniu, używa się w doświadczeniach, t. zw. *rozbrajacza*; stanowi on rodzaj dużych cęgów mosiężnych, o szklanych rączkach. Trzymając za rączki, dotyka się do każdej z okładek butelki metalową gałką jaką kończą się oba ramiona rozbrajacza, tak iż całe wyładowanie idzie przez te ramiona, omijając ciało.

60. Piorun i piorunochron.

1. Piorun jest najwspanialszem zjawiskiem, jakie wywołuje elektryczność w naturze. Pod tem mianem rozumiemy błyskawicę i grzmot, razem wzięte. Poprzedzają one zwykle lub towarzyszą burzy gwałtownej, czyli wichrowi, połączonego z ulewnym deszczem lub gradem.

2. Przed burzą panuje zwykle cisza podcząs której odczuwamy pewną ociężałość, jakby duszność. Skoro powie-

trze jest całkiem spokojne, przytem ciepłe i pełne wilgoci, nie może pochłaniać tyle pary co zwykle, parowanie więc wód wszelkich, jakoteż ciała roślin i zwierząt jest bardzo nieznaczne. Ciało człowieka ulatnia przez skórę tyle wody, że gdyby ją zebrać, wypadłoby ½ do 1 litra na dobę. Skoro w powietrzu, blizkiem nasycenia, parowanie ciała prawie ustaje, i sprawia nam to uczucie pewnej ociężałości i przygnębienia; poruszamy się niechętnie, tracimy humor i ochotę do pracy.

Jeżeli skutkiem jakiegoś prądu wirowego w atmosferze przypłynie z góry masa zimnego powietrza, para wodna, oziębiona raptownie, tworzy chmury, które w krótkim czasie ciężką oponą zaściełają niebo. Od tarcia baniek wodnych, jakie ma miejscie w chmurach, utworzonych i pędzonych tak prędko, elektryzują się mocno chmury, a przez influencyę wywołują przeciwny ładunek elektryczny w sąsiednich chmurach i ziemi. Ładunek dochodzi wreszcie tak wysokiego napięcia, że przezwycięża opór powietrza, a wtedy między

dwiema chmurami; naelektryzowanemi przeciwnie, lub między chmurą a ziemią przeskakuje iskra potężna *(błyskawica)*, z hukiem *(grzmotem)*, co nazywamy *uderzeniem pioruna*. Zagęszczone zaś raptownie bańki wodne spadają na ziemię, jako deszcz rzęzisty.

3. Błyskawica ma postać linii olśniewającej, zygzakowatej, albo płaskiej powierzchni świetlanej. *Zygzagi* są jakby iskrą elektryczną machiny, spotęgowaną nadzwyczajnie, a ich kształt łamany tłómaczy się niejednostajnością powietrza. W atmosferze są miejsca wilgotniejsze i suchsze, rzadsze i gęstsze, elektryczność wybiera drogę nie najkrótszą, ale najlepszą, i błyskawica przeskakuje po miejscach najbardziej wilgotnych i rozrzedzonych w atmosferze. Zugzakom towarzyszą zawsze grzmoty.

Błyskawice płaskie, do których należy się i »łyskanie się« na widnokręgu (na pogodę — według wierzeń ludowych), są odbiciem dalekich błyskawic w obłokach, albo słabem a obszernem wyładowaniu elektryczności z chmur

poblizkich. Świecą one blado i nie wydają żadnego odgłosu.

Czas trwania błyskawicy jest bardzo krótki; choć skutkiem blasku, rażącego wzrok, wydaje się nieraz dosyć przewlekły. Badania fotograficzne uczą, że błyskawica bywa bardzo rozgałęziona w różne strony, i że składa się zwykle z całego szeregu iskier pomniejszych. Każda iskra trwa mniej, niż tysiączne części sekundy, ale całość błyskawicy może niekiedy wynosić dziesiąte części sekundy i więcej.

4. Grzmot jest nieodłącznym wspólnikiem błyskawicy i zachodzi w tej samej chwili, co ona, a powód ma taki sam, jak trzask iskry elektrycznej machiny, (pt. rozdz. 58). Gdy piorun uderza tuż koło nas, grzmot bywa krótki, jak wystrzał; z odległości większej dochodzi nas huk przeciągły, przerywany, podobny do turkotu. Pochodzi to stąd, że głos dochodzi nas prędzej od blizkich części zygzaku, niż od dalszych jego załamków, a także z odbicia, niby echa pioruna od chmurnej opony, lub też i przedmiotów ziemskich (w górach,

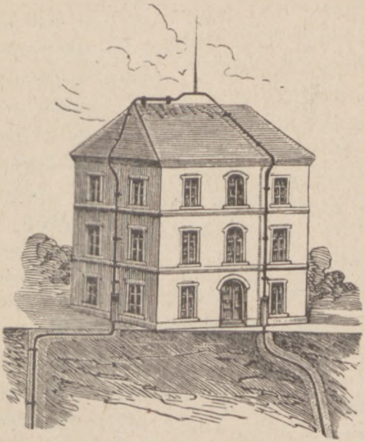
przystaniach). Dlatego to najbardziej przeciągłe grzmoty słychać od piorunów, zachodzących pomiędzy chmurami; pioruny ziemskie grzmią krótko.

5. Piorun uderza zwykle w miejsca wyniosłe, najbliższe tej chmury, jaka go wytwatrza, np. wieże, drzewa, domy, człowieka na polu. Uderzając w wierzchołek drzewa, spływa bez szkody po cienkich, soczystych gałęziach, jako dobrych przewodnikach, dalej zaś rozłupuje pień drzewa lub korę, ponieważ są suche i tamują drogę elektryczności.

Chcąc zabezpieczyć dom od piorunu, trzeba postawić na dachu pręt metalowy, o ile można wysoki, i poprowadzić go aż do ziemi, albo go połączyć z nią za pomocą liny drucianej. Ziema powinna być wilgotna w miejscu zakopania tego przewodnika; w przeciwnym razie należy go otoczyć węglem drzewnym, lub wpuścić do studni. Można też dla bezpiecznego połączenia zrobić kilka odnóg (rys. 84).

Ponieważ ostrza rozpraszają elektryczność, pręt na dachu powinien być śpiczasty, jeżeli ma *nie dopuścić ude-*

rzenia piorunu, wtedy bowiem tylko staje się rzeczywiście *piorunochronem*. Elektryczność ziemi (zwykle ujemna) rozbraja się w powietrzu przez taki pręt



rys. 84. Piorunochron.

zaostrzony i rozbraja zarazem chmurę nadciągającą, a naelektryzowaną przeciwnie (dodatnio). Pręt kończy się u góry szpikulcem platynowym lub grubo złoconym, aby nie zardzewiał od po-

wietrza i deszczu, a przez to się nie przytępił.

Dobry piorunochron zabezpiecza dokoła obszar, o podstawie, której promień na ziemi wynosi $1^1/_2$ raza tyle, co wysokość pręta (zresztą nie jest to zasada pewna). Na większych budynkach wypada ustawić 2, 3 i więcej prętów, albo lepiej ułożyć na dachu kratę z grubego drutu, o dużych okach i ustawić wszędzie na rogach krótkie szpikulce. Skoro w domu są duże masy metalowe, jak rury wodociągowe, gazowe, dach blaszany, należy to wszystko połączyć z piorunochronem za pomocą drutów.

61. Prąd elektryczny.

1. Wyładowanie maszyny elektrycznej lub butelki lejdejskiej trwa chwilę krótką, drobną część sekundy. Można powiedzieć, że od maszyny do ziemi, albo od jednej okładki butelki do drugiej przebiega chwilowy prąd elektryczny. Podobnież chwilę tylko trwa wylew wody z beczki, skoro dno z niej wyleci.

Istnieje sposób otrzymania ciągłego przepływu elektryczności w przewodni-

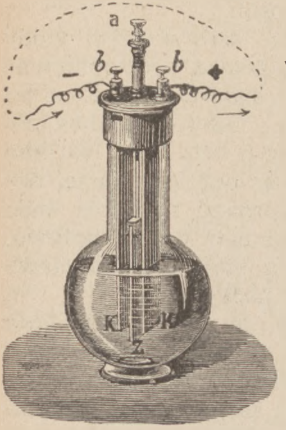
ku, czyli *prądu elektrycznego*, zwanego także *galwanicznym*, od nazwiska uczonego włoskiego (Galvani), który zapoczątkował ten sposób.

Ażeby otrzywać stały wypływ wody z rury lub rynny, trzeba podtrzymywać wciąż wodę tam, skąd wypływa, na tej samej wysokości. Skoro zaś dwa naczynia połączymy u dołu rurą, to prąd wody równy trwać będzie w rurze, dopóki woda do górnego naczynia stale dopływa, a z dolnego tyleż odpływa, czyli póki istnieje stała *różnica poziomów* między obu naczyniami.

Podobnież, aby otrzymać ciągły prąd elektryczny, czyli przepływ elektryczności od miejsca dodatniego, (odpowiadającego wyższemu poziomowi wody) do ujemnego (niższy poziom), trzeba podtrzymywać stale różnicę stanów elektrycznych (*różnicę potencyałów*) obu miejsc. Osiąga się to najłatwiej na drodze *chemicznej*, przez zanurzenie do cieczy dwóch przewodników, z których na jeden ciecz działa silnie, na drugi wcale lub słabo.

2. Przyrząd, wytwarzający prąd ele-

ktryczny kosztem działania chemicznego, mianowicie zużywania metalu i cieczy, zowie się *ogniwem galwanicznem* (elementem).



rys. 85. Ogniwo chromowe (Greneta).

Z pomiędzy wielu ogniw najpraktyczniejsze do krótkiego użycia jest ogniwo *chromowe*, zwłaszcza w kształcie karafki, zwane w tej formie ogniwem Greneta. Zawiera ono jednę lub dwie tabliczki węgla twardego (koksu KK na rys. 85) i tabliczkę cynku (Z), którą można wyciągać do góry za pomocą pręta z gałką *(a)*. We flaszce jest płyn czerwony, zawierający kwas siarkowy i chromowy; sięga on tylko do szyjki, tak, iż po wysunięciu do góry, cynk wcale nie zanurza się w cieczy.

3. Działanie ogniwa odbywa się w ten sposób, że cynk wpuszcza się do roztworu kwasów i za pomocą pręta *a*, zacisku *b* i drutu stąd idącego, łączy się z drutem i zaciskiem *b*, idącym od węgla. Skoro nastąpi zetknięcie metaliczne cynku i węgla, ciecz działa na cynk, który się elektryzuje ujemnie, a dodatnia elektryczność przechodzi z cieczy do węgla i stamtąd po drutach idzie do cynku, zobojętniając jego elektryczność. W miarę jak się obie elektryczności wyczerpują w ten sposób, wytwarza się ich nowy zasób stale przez ciągłe zużywanie cynku i kwasów Węgiel nie podlega wcale działaniu cieczy i zachowuje wciąż dodatni (wyższy) stan elektryczny, tak iż prąd płynie od węgla do cynku.

Na cynk działa głównie kwas siarkowy; mieszanina chromowa służy do wzmocnienia prądu i ustalenia go, na skutek ubocznych wpływów chemicznych. W razie cynku doskonale czystego i kwasów niezbyt mocnych, *cynk nie zużywa się po przerwaniu prądu* t. j. odjęciu lub przecięciu drutów. Ponieważ jednak praktycznie takich wa-

runków idealnych osiągnąć niepodobna, cynk rozpuszczałby się potrosze nawet w braku prądu; to też wyciąga się go z cieczy, gdy prąd nie jest potrzebny.

4. Z połączenia kilku i więcej takich, lub podobnych ogniw, powstaje baterya, czyli *stos galwaniczny*, mający mnóstwo zastosowań. Daje on prąd elektryczny bardzo silny pod względem *ilości* przepływającej elektryczności, ale nawet przy kilkudziesięciu ogniwach posiada *napięcie* (ciśnienie elektryczności) bardzo nieznaczne w porównaniu do maszyny elektrycznej. Podobnie jak woda nie może wytrysnąć z rury zapchanej, chyba że wywiera się na nią ogromne ciśnienie,—i prąd elektryczny ze stosu nie jest w stanie wyjść z bieguna do ziemi lub do bieguna przeciwnego, skoro w drucie jest przerwa choćby niewielka; stąd taki *stos nie daje iskier* w powietrzu, ani wstrząśnień silnych w ciele. Dopiero przy kilku tysiącach ogniw w stosie można z biegunów wydobyć iskry, jak z maszyny lub butelki lejdejskiej.

Tak więc, elektryczność ogniwa, otrzy-

mana drogą chemiczną, w istocie jest ta sama, co elektryczność maszyny, wywołana przez tarcie, różni się zaś w zwykłych warunkach ciągłością działania i niskiem napięciem. Stosuje się więc tam, gdzie chodzi właśnie o takie warunki, np. do telegrafu, telefonu, rozkładu chemicznego, motorów, oświetlenia i ogrzewania.

62. Telegraf.

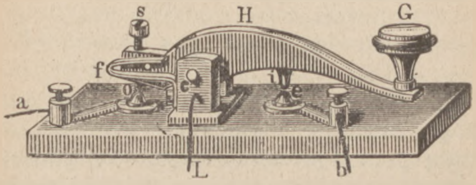
1. *Telegraf elektryczny* polega na magnesowaniu żelaza miękkiego za pomocą prądu galwanicznego. W całości tworzy aparat bardzo zawiły; główne części jego stanowią: stos galwaniczny, klucz, przyrząd drukujący i przewodniki.

2. *Stos* składa się z kilkunastu ogniw, urządzonych tak, aby jak najrzadziej trzeba było zmieniać w nich cynk i ciecz zużytą.

Klucz służy do szybkiego przerywania prądu za naciśnięciem. Jest to rodzaj dźwigni (HG, rys. 86), obracającej się na osi (*c*) i opatrzonej pośrodku gu-

zikiem *(i)*, który za naciśnięciem gałki (G) dotyka drugiego guzika *(e)*; zwyczajnie zaś, bez nacisku, oba guziki są rozdzielone (jak na rysunku) pod wpływem sprężyny *(f)*.

Przyrząd drukujący Morsego ma za część główną *elektromagnes* (B, rys. 87), nad nim dźwignię (D O), której jeden



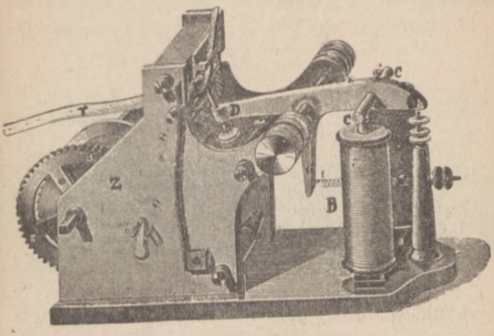
rys. 86. Klucz telegraficzny.

koniec trzyma pręcik żelazny (C C), a przeciwny kończy się piórkiem (D); nad piórkiem posuwa się ustawicznie wstążka papierowa *(rr)* pod wpływem przyrządu zegarowego (Z).

Elektromagnes składa się z dwóch cewek cienkiego drutu, owiniętego na pałeczkach żelaznych; gdy przez cewki przechodzi prąd elektryczny, pałeczki

magnesują się mocno, za przerwaniem zaś prądu, tracą natychmiast siłę magnetyczną.

Przewodniki stanowią druty żelazne, wyciągnięte od stacyi do stacyi pomiędzy drewnianemi słupami, a izolowane

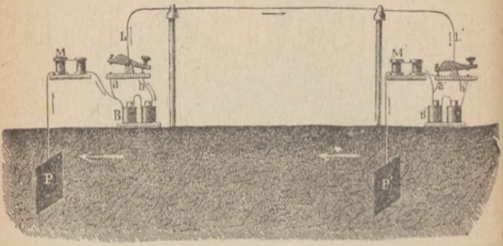


rys. 87. Przyrząd telegraficzny, Morsego.

od ziemi w taki sposób, że drut nie dotyka słupów, ale jest zaczepiony na rolkach porcelanowych.

3. *Telegrafowanie* odbywa się w sposób następujący. Na I stacyi (rys. 88) naciska się klucz L; prąd z bateryi B

idzie przez klucz do przewodnika powietrznego na słupach i po nim do II-ej stacyi, przez klucz L' (według skazówek), elektromagnes M', do blachy P', zakopanej w ziemi; powraca przez ziemię do I-ej stacyi, z blachy P wchodzi do elektromagnesu M i do drugiego bieguna



rys. 88. Przebieg prądu na stacyach telegraficznych.

bateryi B, skąd wyszedł. Tak więc, cały obwód jest zamknięty i aparaty na obu stacyach wprawione w ruch jednocześnie.

Na każdej stacyi elektromagnes (B, na rys. 87) pociąga na dół pałeczkę CC, a piórko D dotyka taśmy i znaczy na

niej ślad, póki trwa prąd. Za przerwaniem prądu magnes puszcza żelazo CC i piórko odstaje od papieru. Przez zamykanie prądu dłużej lub krócej, za pomocą klucza, powstają w ten sposób na taśmie kreski dłuższe lub kropki (kreski krótsze); z takich kresek i kropek ułożono międzynarodowy alfabet Morsego:

a .—	n —.	1 .————
(ä .—.—)	o ———	2 ..———
b —...	(ö ———.)	3 ...——
c —.—.	p .——.	4 ....—
d —..	q ——.—	5 .....
e .	r .—.	6 —....
f ..—.	s ...	7 ——...
g ——.	t —	8 ———..
h	u ..—	9 ————.
(ch ————)	(ü ..——)	0 —————
i ..	v ...—	
(j .———)	w .——	
k —.—	x —..—	
l .—..	y —.——	
m ——	z ——..	

P r z y k ł a d: «telegram z 12 wyrazów» wygląda w depeszy tak:

— · ·—·· · ——· ·—· ·— —— ——··
t e l e g r a m z

·———— ··———
1 2

·—— —·—— ·—· ·— ——·· ——— ·——
w y r a z o w

4. Nowsze aparaty telegraficzne drukują depeszę odrazu literami na taśmie; budowa ich jest bardzo złożona, ale polega również na elektomagnetyźmie. Wreszcie w kilku miastach Europy urządzono przyrządy telegraficzne, które przesyłają pismo i rysunek ręczny za pomocą drutów na inną stacyę*).

Druty powietrzne można z korzyścią zastąpić podziemnemi, skoro się je starannie izoluje od ziemi. Do tego celu służą t. zw. *kable* czyli liny druciane, oplecione grubo nićmi z powłoką żywicy i gutaperki. Podobne liny leżą na dnie mórz w linach telegraficznych podmorskich.

*) Szczegóły w dziełku p t. «Dziwy Elektryczności», K. Sporzyńskiego.

Wreszcie upowszechnia się coraz więcej *telegrafja bez drutu**), za pomocą iskier, które wywołują fale elektryczne w przestrzeni (drgania eteru); otrzymanie depeszy polega na pochwyceniu tych fal za pomocą właściwego aparatu.

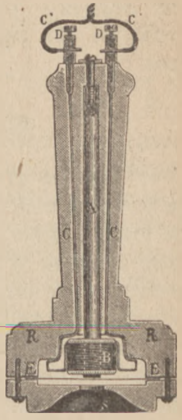
63. Telefon.

1. *Telefon* przenosi głos na odległość za pomocą elektryczności. Zasadza się na tem, że głos wprawia w drganie blaszkę żelazną w pobliżu magnesu, a stąd zachodzą zmiany w magnetyźmie, które wywołują prąd elektryczny (indukcyjny); prąd idzie drutami na drugą stacyę, do podobnego telefonu, gdzie sprawia takie same zmiany magnetyzmu, a stąd blaszka przed magnesem drga tak samo, jak w pierwszym telefonie, i wydaje taki sam głos.

2. W najprostszej postaci telefon składa się z oprawy drewnianej (CC,

*) Szczegóły w dziełku p. t. «Dziwy Elektryczności», K. Sporzyńskiego.

rys. 89) w kształcie rączki z rozszerzeniem (RR). Rączka zawiera pręt magnesowy (A), a w rozszerzeniu mieści się na końcu magnesu cewka cienkiego drutu (B) oraz tuż przed nią blaszka żelazna (EE). Skoro się mówi do otworu (S) telefonu, blaszka drga, to zbliża się, to oddala od magnesu i cewki. Wiadomo zaś z doświadczeń, że każde zbliżenie lub oddalenie magnesu od przewodnika, wywołuje w tym przewodniku chwilowy prąd elektryczny, zwany *indukcyjnym* (wzbudzonym); trwa on dotąd, póki trwa ruch magnesu lub przewodnika.



rys. 89. Telefon w przekroju.

Zrodzone w cewce prądy indukcyjne przechodzą po drutach do takiej samej cewki na drugiej stacyi i naprzemian to wzmagają, to osłabiają magnetyzm w pręcie: skoro blaszka się

zbliży, magnetyzm wzrasta, a prąd indukcyjny, przebiegając w jednej chwili do drugiej stacyi, wzmacnia jej magnes, i ten pociąga ku sobie blaszkę; zatem blaszka drgnie tak samo, jak na pierwszej stacyi pod wpływem głosu, wyda więc taki sam głos na drugiej stacyi. Za oddaleniem blaszki magnetyzm słabnie, powstaje prąd elektryczny o przeciwnym kierunku, który na drugiej stacyi wywołuje chwilowe osłabienie magnesu, i blaszka tam również się oddala. Podobne ciągłe drgania blaszki w jednym telefonie, do którego się mówi, przenoszą się więc elektrycznie do drugiego telefonu i tam oddają dokładnie te same dźwięki.

3. Opisany telefon zowie się *magnetycznym*, ponieważ przenoszenie dźwięków odbywa się tylko przy udziale magnesu, bez stałego źródła elektryczności. Nadaje on się na małych odległościach, wytwarza bowiem prądy indukcyjne bardzo słabe, ginące w długich drutach.

Powszechnie jednak chodzi o rozma-

wianie z daleka, w obrębie całego miasta, a nawet pomiędzy odległemi miastami. Stosuje się tam do telefonu mikrofon, aparat, wzmacniający głos, a wymagający użycia stosu galwanicznego. Mówi się wtedy do mikrofonu, w którym zachodzą drgania, zmieniające siłę prądu, jaki stale przepływa przez cewkę telefonu; stąd zachodzą zmiany w sile magnetyzmu cewki, które sprawiają drgania blaszki w telefonie (słuchowe). Można tu więc jednocześnie mówić (do mikrofonu) i słuchać (przez telefon). Taki telefon zowie się *elektromagnetycznym*. Największa odległość, na jaką można telefonować, wynosi obecnie przeszło 1000 km. (150 mil). Przewodniki najczęściej układa się w ziemi, aby je zabezpieczyć od szkody i wpływu elektryczności atmosfery, która przeszkadza rozmowie, sprawiając prądy w telefonie, a stąd szmer i hałas.

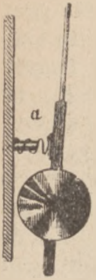
64. Zegary elektryczne.

1. Pod nazwą *zegarów elektrycznych* można pojmować zegary zwykłe, gdzie tylko wahadło wprawia w ruch prąd elektryczny, albo gdzie porusza on skazówki; niektórzy zaliczają tu zegary *normalne*, t. j. regulowane zdaleka, od stacyi centralnej, za pomocą elektryczności.

2. *Wahadło elektryczne*, czyli poruszane elektrycznością, połega na zastosowaniu elektromagnetyzmu. Każdy ruch wahadła zamyka raz jeden prąd elektryczny, wzbudzając chwilowo elektromagnes, a ten utrzymuje wahadło w kołysaniu jednostajnem.

Za odchyleniem wahadła dotyka blaszki *(a* rys. 91), włączonej w obwód elektryczny, i zamyka prąd, który przechodzi przez elektromagnes, umieszczony tuż pod wahadłem, w najniższem jego położeniu. Magnes ten pociąga ku sobie, t. j. na dół, żelazny koniec wahadła; skoro jednak wahadło opadnie i utraci zetknięcie z blaszką *(a)*, prąd się prze-

rywa, i magnes traci siłę. Wahadło przebiega nad nim do blaszki *(b)* po drugiej stronie, dotyka jej, zamyka przez to znów prąd, który idzie przez elektromagnes, pociąga wahadło z powrotem na dół i t. d.



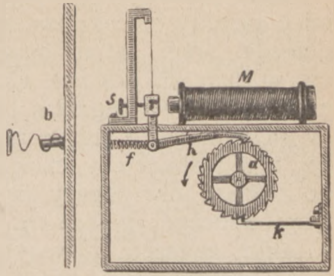
rys. 91. Wahadło elektryczn.

3. *Elektryczny mechanizm* do poruszania skazówek korzysta również z elektromagnesu, który regularnie pociąga ku sobie kawałek żelaza z haczykiem, zaczepiającym zęby kółka, i w ten sposób sprawia równy obrót kółka, zatem bieg skazówek z niem połączonych.

Skoro przez cewkę elektromagnesu (M, rys. 92) przebiega prąd, młotek żelazny *(r)* zostaje przyciągnięty, a wraz z nim i haczyk *(h)*, który się zsuwa po zębie kółka *(a)* i wpada w najbliższe wcięcie. Młotek jednak traci przez to zetknięcie ze śrubką *(s)* i przerywa prąd elektryczny; po chwili więc sprężyna *(f)* cofa go z powrotem w to samo położ-

żenie, a haczyk *(h)*, pociągając kółko, obraca je o jeden ząbek.

Jeżeli takie zamykanie prądu odbywa się raz na sekundę, to skazówka, osadzona na osi kółka, liczy sekundy, a kółko porusza zarazem cały mechanizm ze skazówką minutową i godzinową. W takim razie cały ów mechanizm wprawia w ruch elektryczność.



rys. 92. Skazówki (kółko) poruszane elektrycznością.

Można jednak się ograniczyć tylko do elektrycznej *regulacji biegu*, jeżeli zegar idzie samodzielnie za pomocą wagi, a zamykanie prądu odbywa się tylko raz na minutę lub na godzinę.

4. *Zegary centralne* posiadają mechanizm nadzwyczaj dokładny, nadają-

cy im bieg równy i mają połączenie elektryczne z innemi zegarami, tak, iż prąd zamyka się co godzina, co kwadrans lub częściej. W chwilach zamknięcia skazówki wszystkich zegarów zostają poruszone, tak, iż wskazują czas jednakowy.

Zegar główny czyli centralny może mieć zwykły mechanizm, poruszany za pomocą wagi, albo bywa wprawiony w ruch za pomocą elektryczności, czyli sam bywa zegarem elektrycznym. W każdym razie jest to zegar *normalny*, t. j. wskazujący czas rzeczywisty, do którego inne zegary się stosują. Zegary uboczne, połączone elektrycznie z takim zegarem głównym, zowią się także normalnemi, gdyż według nich nastawia się zwykłe zegary i zegarki na mieście.

65. Światło elektryczne.

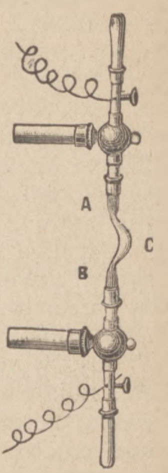
1. Silny prąd galwaniczny, przechodząc po drutach lub innych przewodnikach, rozgrzewa je, rozżarza, a nawet

stapia i ulatnia. Najwytrzymalszy na działanie gorąca jest węgiel, który nie topi się w najwyższej nawet temperaturze. Rozżarzony do takiej temperatury, świeci jasno; stąd ma zastosowanie w *lampach elektrycznych*. Dwa są głównie rodzaje lamp elektrycznych: lampy łukowe i żarowe.

2. Światło *łukowe* polega na tem, że dwie laseczki twardego węgla, zakończone śpiczasto i połączone z biegunami silnego stosu (z kilkudziesięciu ogniw), skoro się zetkną końcami, rozpalają się w oka mgnieniu, a skoro utworzy się między niemi mała przerwa, jaśnieje w niej *łuk świetlny* (łuk «woltaiczny», na pamiątkę Volty, wynalazcy stosu elektrycznego). Łuk ten (rys. 93) składają cząstki węgla, ulotnione skutkiem żaru i porwane prądem z dodatniego węgla do ujemnego.

Jeżeli łuk świetlny ma miejsce w próżni, węgle się nie spalają, ale dodatni maleje coraz bardziej, a ujemny rośnie kosztem tamtego. W powietrzu zaś końce węgli upalają się powoli, i prze-

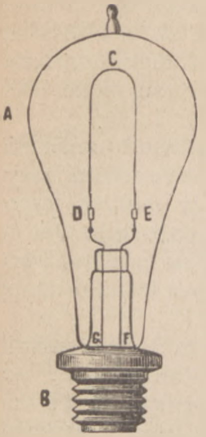
rwa między niemi się powiększa, łuk się wydłuża i wreszcie gaśnie. Chcąc utrzymać światło przez kilka godzin, jak to ma miejsce w zwykłych lampach łukowych, trzeba węgle przysuwać do siebie w miarę spalenia. Zwykle czyni to sam prąd elektryczny za pomocą elektromagnesu; są to lampy *samoregulujące* i służą do oświetlania ulic, placów, sklepów i sal większych, robót publicznych. Niekiedy jednak bywa dogodniej ręcznie rozsuwać węgle i kierować niemi w różne strony; takie lampy łukowe otrzymały miano *regulatorów ręcznych*, (jak na rysunku).



rys. 93. Światło łukowe.

W węglu dodatnim tworzy się wydrążenie w rodzaju *krateru*, który głównie rzuca światło; sam łuk świeci sła-

biej, jak również węgiel ujemny, który wciąż zachowuje kształt śpiczasty. Dlatego w lampach wiszących węgiel dodatni mieści się zawsze u góry, aby światło padało głównie na ziemię.



rys. 94. Światło żarowe.

Światło łukowe jest nadzwyczaj silne, wynosi najmniej tyle, co 200 lub 300 świec, a przy silniejszym prądzie dochodzi do 1000, nawet 10000 świec i więcej. Barwę ma czysto białą, podobną do słonecznej, tak, iż obrazy kolorowe wyglądają przy niem tak naturalnie, jak za dnia. W porównaniu z innem światłem sztucznem, świecy, nafty lub gazu, światło elektryczne wydaje się błękitnawem.

3. Światło *żarowe* polega na żarze-

niu się cienkiej nici węglowej w bańce, pozbawionej powietrza. W takiej *żarówce* (rys. 94) węgiel się nie spala, jak w piecu lub w lampie łukowej; ulatnia się jednak powoli, tak, iż nitka staje się coraz cieńszą, aż w końcu się zrywa. W lampach dobrze opróżnionych, nitka węglowa trwać może 1000 godzin i więcej.

Lampki żarowe dają światło znacznie słabsze od łukowego, wynoszące zwykle 10 lub 16 świec, a w małych lampkach kieszonkowych słabsze nawet od 1 świecy. Ma ono blask łagodny i kolor żółtawy, podobnie jak światło lampy naftowej lub świecy.

Nadaje się zwłaszcza do oświetlenia mieszkań i w ogóle mniejszych pomieszczeń. Posiada tę zaletę, że nie psuje powietrza i nie grozi niebezpieczeństwem pożaru, jak inne lampy; nadto wydaje w porównaniu z niemi daleko mniej ciepła.

4. Jako źródła elektryczności do oświetlenia domów i miast całych nie używa się stosów galwanicznych, które kosztują zbyt drogo i wymagają wiele

zachodu, ale t. zw. *dynamo-maszyn*. Są to maszyny, złożone z jądra żelaznego, owiniętego drutem i wirującego między biegunami potężnego elektromagnesu, w którym same wzbudzają magnetyzm. Prąd elektryczny powstaje drogą indukcyi, jak w telefonie. Do obracania dynamomaszyn służą zwykle motory parowe, alko koła wodne (turbiny), w miejscowościach, gdzie jest duży spadek wody.

66. Kolej elektryczna,

1. Skoro motor jakiś obraca dynamomaszynę, wytwarza ona prąd elektryczny; zachodzi tu więc *przemiana pracy mechanicznej na elektryczność*. Nawzajem, skoro do biegunów dynamomaszyny wpuścimy prąd elektryczny z jakiegobądź źródła (np. stosu lub innej dynamomaszyny), maszyna ta obraca się i porusza przyrządy, jakie z nią połączymy; ma tu miejsce odwrotna przemiana, *elektryczności na pracę mechaniczną*. Tak więc, każda

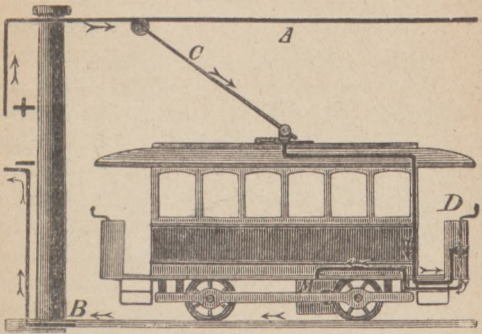
dynamomaszyna może być zarazem i motorem. Na tem polega zastosowanie dynamomaszyn do kolei elektrycznej.

2. Każdy wagon *kolei elektrycznej* posiada zwykle własny motor czyli dynamomaszynę, złączoną z kołami i umieszczoną pod podłogą; wagon więc jest zarazem lokomotywa, przynajmniej na kolejach miejskich i tramwajach. Czerpie on prąd elektryczny za pomocą pręta z rolką, która się toczy po drucie powietrznym (rys. 95); od tego pręta spływa prąd przewodnikiem do motoru (M) przy kołach, porusza go i wychodzi przez koła i szyny do ziemi. Jest to t. zw. system *przewodników powietrznych;* prąd wytwarzają w nich potężne dynamomaszyny na stacyi centralnej.

3. Nie chcąc szpecić miasta siecią takich drutów, które przytem łatwo ulegają uszkodzeniu i mogą wzniecić pożar, oparzenia i porażenia elektryczne, urządza się *przewodniki podziemne,* które są pewniejsze, ale też kosztują

daleko drożej. I tutaj prądu dostarcza stacya.

Istnieje wreszcie trzeci system kolei elektrycznej, *bez przewodników,* zatem bez stacyi centralnej; prąd pochodzi



rys. 95. Kolej elektryczna.

z bateryi t. zw. *akumulatorów,* umieszczonej pod spodem wagonu i zasilającej wprost jego motor. Unika się przez to straty prądu w długich przewodnikach, oraz kosztu ich urządzenia, ale wozić trzeba duży ciężar bateryi, która

się przytem rujnuje prędko w skutek trzęsienia.

4. Co do akumulatorów, są to *ogniwa wtórne,* t. j. ogniwa galwaniczne, które same przez się prądu nie wytwarzają, ale nagromadzają elektryczność drogą chemiczną, skoro się je połączy z silnem źródłem prądu (dynamomaszyną), i tą drogą *ładowania* zebraną elektryczność oddają z powrotem, kiedy potrzeba. Mają w tem podobieństwo do butelki lejdejskiej, ale butelka daje wyładowanie chwilowe o wysokiem napięciu (iskrę), akumulator zaś daje prąd ciągły i silny o małem napięciu, jak stos galwaniczny.

5. Koleje elektryczne kosztują jeszcze zbyt drogo, aby mogły wyrugować z użycia koleje parowe. Mimo to rozpowszechniają się stopniowo po za obrębem miast, a w takiej komunikacyi tworzą pociągi, złożone z wagonów zwykłych, bez motoru, z potężną *lokomotywą elektryczną* na czele. Krótki pociąg z taką lokomotywą osiągnąć może niebywałą dotychczas szybkość: na próbach między Zossen a Ma-

riefelde pod Berlinem pociąg elektryczny biegł z prędkością 207 km. na godzinę! Takiego pędu maszyna parowa nigdy osiągnąć nie jest w stanie, i tutaj niezawodnie koleje elektryczne dużą mają przyszłość.

Książki dla wszystkich.

WYDAWNICTWO M. ARCTA

TREŚĆ:

Księgarnia M. ARCTA Nowy-Swiat 53

Arcydzieła literatury polskiej

w rozbiorach, streszczeniach i wyjątkach
z objaśnieniami H. Gallego.

229. Mickiewicz A. Grażyna. —15
316. · Sonety krymskie i inne wiersze z czasów odeskich. —20
238. Słowacki J. Balladyna. —25
363. — Mazepa. —25
364. Syrokomla W. Urodzony Jan Dęboróg. —30

Anatomja, Fizjologja.

522. Atlasik anatomiczny. 12 tablic kolorowych. —40
425. Ciało kobiety, Model rozkładany, kolorowy z objaśnieniem. —60
426. Ciało mężczyzny. Model rozkładany kolorowy. —60
98. Sterling Wł. Dr. Fizjologja człowieka, z 33 rys. —25
20. Wolberg L. Dr. Anatomja ciała ludzkiego, z 24 rys. —20

Arytmetyka.

15. Kamiński Zb. Obliczanie procentu —15
37. — Nauka szybkiego rachunku —10

Astronomja.

145. Bernstein A. Dr. O obrocie ziemi dokoła osi —15
120. Heilpern M. Jak rozpoznawać na niebie najważniejsze gwiazdy i gwiazdozbiory, z 36 rys. w tekscie, —30
509. — Co to są komety i czem nam grożą. Z 23 rys. —15
19. Martin K. Słońce, opracował S. Boufflal —15
107. — Gwiazdy, ich cechy, przyroda i ruchy, przeł. S. B. —15
515. Nawroczyński B. Mikołaj Kopernik. Szkic. —15
150. Neumayr. Ziemia i jej stanowisko we wszechświecie, streścił St. B., z 11 rysunkami. —20
86. Tolwiński G. O zaćmieniach słońca i księżyca, z rys. —10
247. — O porach roku na ziemi i innych planetach. —15
95. — O kalendarzu, jego znaczeniu, oraz reformach —15

Atlasiki przyrodnicze kieszonkowe.

522. Atlasik anatomiczny, kieszonkowy. 12 tablic kolorowych z tekstem objaśniającym. —40
191. Atlasik botaniczny, kieszonkowy, 128 rys. kolor. —40
425. Ciało kobiety. Model rozkładany, kolorowy z objaśnieniami. —60
426. Ciało mężczyzny. Model rozkładany, kolorowy z objaśnieniami. —60

26. Grzyby jadalne i trujące, z 32 tabl. kolor. Wyd. II. —50
207. — Cz. II. Z 32 tabl. kolor. —50
467. Grzyby jadalne. Atlasik kieszonkowy z rys. kolor. —40
468. Grzyby trujące. Atlasik kieszonkowy z 96 rys. kolor.—40
524. Minerały. Atlasik kieszonkowy, rozkładany. 12 tablic kolorowych z tekstem objaśniającym. —50
208. Motyle. Atlasik kieszonkowy, 129 rys. kolorowych. —40
209. Owady. Atlasik kieszonkowy, 129 rys. kolorowych. —40
533. Ptaki. Atlasik kieszonkowy z 88 tabl. barwn. i opisami.—50
367. Ptaki śpiewające. Atlasik kieszonkowy. —40
347. Rośliny kwiatowe. Opis 116 gatunków krajowych dziko rosnących z ich rysunkami na 32 tablicach barwnych i 16 czarnych. —50
366. Rośliny tatrzańskie i alpejskie. Atlasik kieszonkowy.—40
623. Ryby. Atlasik kieszonkowy, rozkładany. 12 tablic kolorowych z tekstem objaśniającym. —50
368. Zwierzęta ssące. Atlasik kieszonkowy, —40

Beletrystyka.

278. Andrejew L. Czerwony śmiech. Urywki. —30
267. Arnold E. Światło Azji. Poemat prozą przedstawiający życie i naukę Buddhy. —40
215. Barszczewski S. Obrazki amerykańskie. Cz. I —20
29. Hösick F. Nad wodą wielką i czystą. Z życia poetów nad Lemanem. —20
100. — Nad jeziora włoskim brzegiem. Lago di Como. Wspomnienia z życia Krasińskiego —15

Botanika.

26. Arctówna M. Grzyby jadalne i trujące, z 32 tablicami kolorowemi, podług H. Blüchera. Wyd. II. —50
207. — — Część II. Z 32 tablicami kolorowemi. —50
467. — Grzyby jadalne. Atlasik kieszonkowy z rys. kolor.—40
468. — Grzyby trujące. Atlasik kieszonk. z 96 rys. kol. —40
191. — Atlasik botaniczny kieszonkowy, 128 rys. kolor. —40
205. — Wskazówki do zbierania, określania i zasuszania roślin, według K. G. Lutza, z rycinami —20
206. — Etykiety do zielnika, zawierające 1230 nazw roślin —25
283. — O życiu i budowie rośliny, z 42 rysunkami. —20
347. — Rośliny kwiatowe. Opis 116 gatunków krajowych dziko rosnących, podług H. Blüchera —50
366. — Rośliny tatrzańskie i alpejskie. Atlasik kieszonkowy. 167 rysunków kolorowych —40
481. Kuczyńska A. Jak się bronią i chronią rośliny. Według K. Marillauna, Kräpelina i Weissmana. Z 37 rysunkami. —30
514. Stella-Sawicki J. dr. Dusza roślinna. Szkice z życia roślinnego, z ryc. —15

Chemja.

87. Bernstein A. Dr. O siłach chemicznych jako wstęp do chemji —15
47. Boufiałł St. Woda pod względem fizycznym i chemicznym, z rysunkami. —18

Cywilizacja.

p. Historja, Kultura, Społeczne.

Dramatyczne utwory.

(oznaczone * nadają się do Teatru amatorskiego)

463. D'Annunzio G. Córka Jorja. Tragedja pasterska, przekład M. Konopnickiej. —30
248. Bauer L. Pokonani. Rozmowy dramatyczne. —20
210. Björnstjerne-Björnson. Bankructwo. Dramat w 4 aktach, przełożył A. Strzelecki. —30
190. — Ponad siły. Sztuka. —20
182.* — Rękawiczka. Sztuka w 3 aktach, tłóm. M. Bujno. —20
159. Brieux. Przyjaciółka. Sztuka w czterech aktach. —30
158. — Wykolejeni. Sztuka, tłóm. Z. Morawski. —25
160. Felicjan. Francześka z Ravenny. Sztuka. —10
431. Fredro Al. Sluby panieńskie, czyli Magnetyzm serca. Komedja w 5 aktach, wierszem. —20
389. — Zemsta. Komedja w 4 aktach. —20
344. Fulda L. Novella d'Andrea, sztuka w 4 aktach, przełożył L. Rygier. —40
296.* Gorczyński B. Policzek. Fragment dramatyczny —10
249. — W noc lipcową. Dramat. Wydanie II. —30
326.* — Inteligient. Scena z życia. —10
327.* — Sytuacja z dramatu. Utwór sceniczny w 1 akcie. —10
189. Hauptman G. Swięto pokoju. Katastrofa rodzinna. Sztuka, tłómaczył A. Strzelecki —25
285.* Hertz J. A. A teraz co? Obrazek dramat. w 1 akcie. —10
321.* — Związek dusz. Obrazek sceniczny —10
188. Kalidasa. Sakuntala. Sztuka, przełożył A. Strzelecki. —30
155. Maeterlinck. Joyzella. Sztuka, tłóm. A. Lange. —25
228. — Smierć Tintagilesa. —10
195.* Nani G. E. Burza w ciemności. Dramat, przełożył A. Strzelecki. —10
394. Niemcewicz J U. Powrót posła. Komedja w 3 aktach. —12
192. Nowiński J. Biała gołąbka. Poemat dramatyczny w 5 aktach. Wydanie II. —[illegible]
294.* Renard Wł. Psyche. Godzina życia artysty. Sztuka w 1 akcie. —[illegible]
230. Sewer i T. Mielński. Marcin Lute. Dramat. [illegible]

85. Słowacki J. Książę Niezłomny. Tragedja w 3 częściach z Calderona de la Barca. —15
451. — Fantazy czyli Nowa Dejanira — (Niepoprawni). Dramat. —30
464. — Horsztyński. Dramat w 5 aktach, ze wstępem i objaśnieniami H. Gallego. —25
475. — Złota czaszka. Jan Kazimierz. Fragmenty dramatyczne. —15
157. Sofokles. Antygona, tragedja. Przekład K. Morawskiego. —15
211.* Steenbuch A. Małe dramaty. Miłość—Kamelja—Po latach. Przekład A. Strzeleckiego. —15
212.* — — Mazurek.—W mrokach. —10
156.* Verga. Rycerskość wieśniacza. Dramat, przełożył i poprzedził szkicem o weryzmie A. Strzelecki. —10
393. Zabłocki Fr. Fircyk w zalotach. Komedja w trzech aktach. —15

Etyka

340. Foerster Fr. W. Nauka życia. Książka dla rodziców, wychowawców i nauczycieli, tłómaczyła M. Bulno-Arctowa. —35
341. — Nauka życia w przykładach. Pogadanki kształcące charakter dzieci i młodzieży. Część I. —35
546. — — Cz. II. —30
135. Herzen A. Dr. Odezwa do młodzieży męskiej. —10
161. Höffding H. Zasady Etyki, przeł. Dr. Z. Daszyńska. —15
300. Jodl Fr. Dr. Ekonomja społeczna a etyka, przekład A. Krasnowolskiego —15

Ekonomja, p. Społeczne | **Etnografja**, p. Geografja.

Filozofja, Psychologja, Logika.

143. Achelis T. Dr. Ekstaza, streścił J. Muklanowicz. —20
275. Altenburg O. Zagadnienia praktyczne z psychologji wychowawczej. Tłum. I. Moszczeńska —50
267 Arnold E. Światło Azji. Poemat prozą przedstawiający życie i naukę Buddhy, tłóm. W. Szukiewicz. —40
174. Bernstein Dr. M. Zwyrodnienie w świetle nauki współczesnej. —15
261. Brackett A. C. Jak znaleźć spokój? Przekład Antoniego Krasnowolskiego. —40
58. Brzozowski St. Józef Kremer jako pisarz, filozof i estetyk, szkic krytyczny. —15
99. — Józefa Kremera poglądy na sztukę i jej historję. —15
61. — Hipolit Taine i jego poglądy na filozofję, psychologję i historję. —20
62. — Hipolit Taine jako estetyk i krytyk. —15

71. Brzozowski St. Co jest filozofja i co o niej wiedzieć należy. Cz. I—do Kanta. Wyd. II. —20
72. — — Cz. II—od Kanta. Wyd. II. —15
273. — Logika. —30
186. — Zasady psychologii, popularnie wyłożone —15
472. Cousin W. O pięknie, przeł. z francusk. R. Simon—20
266. Deutsch E. Co to jest Talmud. Wyd. 2-gie —30
421. du Prel K. Dr. Spirytyzm. Spol. St. Brzozowski.—25
563. Hulka P. Zarathustra—twórca religji Iranu. ——
268. James W. Problem prawdy. Przetłomaczył z angielskiego W. Kosiakiewicz. —25
235. Kant Emanuel. Najpiękniejsze myśli. Ze zbioru F. Richtera, wybrał i przetłómaczył A. Krasnowolski—20
74. Lang A. Wierzenia dzikich ludów. —15
417. Libelt K. Wybór pism pomniejszych ze wstępem i objaśnieniami Dr. W. Hanna. Cz. I. Pomysły o wychowaniu ludów. —25
418. — — Cz. II. O odwadze cywilnej. —30
449. — — Cz. III. O miłości ojczyzny. —25
450. Loewenfeld L. Gienjusz i jego przedstawiciele w sztuce plastycznej. —30
538. Lubicz L. A. I. Mitologja słowiańska, podług Naruszewicza, Lelewela, Bogusławskiego, Brücknera i Gruszewskiego. —40
466. Lutosławski W. Nieśmiertelność duszy i wolność woli. Listy do młodszego brata o metafizycznych zagadnieniach. —45
138. Mantegazza P. Fizjologia rozkoszy. Tłumaczył F. Wermiński. Cz. I. Rozkosze zmysłów. —40
139. — — Część II. Rozkosze uczucia. —40
139 a.— — Część III. Rozkosze umysłu. —40
151. Melinaud K. Dlaczego się płacze? Psychologja łez. Z francuskiego przełożyła Z. Grabowska. —15
152. — Psychologja namiętności. Z francuskiego przełożyła Z. Grabowska. —15
517. Notnagel H. Chwile przedśmiertne. —10
46. Prus B. O ideale doskonałości, odczyt. Wyd. II. —10
169. Ribot T. Choroby woli. Przeł. J. K. Potocki.—40
575. Szukiewicz W. Kto był Buddha i co o nim wiemy.— —
119. Turk H. Człowiek genialny, tłóm. J. Muklanowicz.—10
43. Witkowska H. Pogląd na rozwój dziejowy. —20
203. Ziegler T. Wiara i wiedza. Szkic filozoficzny. —15

Fizjologja.

240. Babak E. Dr. Mózg i system nerwowy. —20
76. Dubois Dr. Wpływ umysłu na ciało. —10
221. Kling F. Dr. O chorobach urojonych (imaginacyjnych). przełożył Dr. M. G. —15

50. Kopczyński St. Dr. Zmysł wzroku. [illegible] —10
264. Lange K. Rozkosze zmysłów i rozkosze sztuki, przeł. M. Mutermilch. Cz. I. Fizjologja rozkoszy. —25
231. Levillain F. Dr. Budowa i czynności układu nerwowego, przełożył Dr. M. G. —10
358. Przedborski L. Dr. Jak poznajemy świat. Kilka słów o zmysłach. Zmysł słuchu i dźwięk. —10
37. Scholtz Fr. Dr. Sen i senne marzenia. —20
455. Sosnowski J. Z pracowni fizjologa. Podręcznik do doświadczeń fizjologicznych, z 16 rysunkami. —30
98. Sterling Wł. Dr. Fizjologja człowieka, z 33 rys. —25

Fizyka

97. Bouffall S. Zasady mechaniki, jako wstęp do nauki fizyki, z 36 figurami. —30
113. — Krótki rys fizyki. I. O ruchu.—O siłach.—O energji. Z 11 rysunkami. —15
128. — — II. O cieczach. — O sprężystości.—O głosie. Z 16 rysunkami. —15
165. — — III. Nauka o cieple, z 4 rysunkami. —15
175. — — IV. O świetle, z 17 rysunkami. —15
131. — O prędkości światła, podł. A. Bernsteina, z rys. —10
47. — Woda pod względem fizycznym i chemicznym, z rysunkami. —10
351. Sprockhoff A. Fizyka w dziedzinie życia powszedniego, przełożył i uzupełnił Ks. Sporzyński —45
262. Umiński W. Co należy wiedzieć o elektryczności. Wykład popularny. Wyd. II, z 86 rys. —45

Gieologja

94. Skrzyńska E. Ziemia pod względem gieologicznym, z 40 rys. w tekscie. —20

Gieografja i Etnografja.

p. Krajoznawstwo.

41. Antoszka. Czechy i naród czeski. Cz. I. Opis Czech—15
452. Durham M. Czarnogórze i Albanja. Szkice z podróży. Tłómaczyła M. Świderska. —25
429. Janusz W. Podręczna gieografja Europy. —20
494. Kafka J. W krainach wiecznego lodu. Z czeskiego tłumaczyła J. Kietlińska-Rudzka. Z 23 rys. —20
483. Miecz S. Opisy malownicze. Anglja. Przetłumaczył Cz. Statkiewicz, z licznemi rycinami. —35
484. — — Azja środkowa, z 7-go wyd. przeł. A. Kudelski. —20
485. — — Sahara i Nil, z 6-go wydania przetłumaczył A. Kudelski, z 6 rycinami i 2 mapami —30

147. Mieczuik A. O Serbji i Serbach. —45
177. — Macedonja i Macedończycy. —25
272. Nałkowski W. Mała gieografia fizyczna, z 3 mapami i 43 rysunkami. —40
3. — Co to jest gieografja. —15
495. Nansen F. Eskimowie. Ich życie i obyczaje. Przełożył i streścił A. Strzelecki. Z licznemi rysunk. —30
178. Okszyc A. Japonja i Japończycy, podł. Lauterera. —25
486. Peters K. dr. Przez Krainę Masajów. Z dzieła: „Wyprawa na poszukiwanie Emina Paszy" przeł. A. Krasnowolski, z rycinami. —25
446. Wasilewski L. Współczesna słowiańszczyzna. Zarys etnograficzno-statystyczny. Z mapkami. —30
556. Vermon J. L. Gieografja Królestwa Polskiego. ——

Gimnastyka.

332. Biswack S. Siła, zdrowie i piękność ciała. Wskazówki rozwijania i wzmacniania układu mięśniowego za pomocą ćwiczeń ciążkami lekkiemi. Przełożył z niem. Dr. J. P. Z 10 rysunkami w tekście. —20
21. Gimnastyka domowa bez nauczyciela i przyrządów dla zdrowych i chorych, objaśniona 55 fig. Wyd. III. —20
335. Hancock Irving. Japoński system trenowania ciała, tłóm. W. Szukiewicz. Z 19 rycinami orygin. —45
336. — Japoński system trenowania ciała dla kobiet, z 32 rysunkami. —35
337. — Japoński system trenowania ciała dla dzieci, z 32 rysunkami. —40
334. Kochendorf R. Dr. Gimnastyka płuc bez przyrządów. Podług układu Dr. D. M. Schrebera. Przełożył z niem. Dr. J. P. Z 13 rys. w tekście. —20

Handel.

601. Blumental L. Zarys nauki o handlu. Wyd. II. —60
54. Kempner A. St. Giełda, jej istota, cel i ustrój. —10
312 Marissiaux L. Kurs handlowy języka międzynarodowego Esperanto, ułożył Zb. Kamiński. —60
15 Monety wszystkich państw i ich wartość w rublach. —10
46. Miary i wagi wszystkich krajów na kuli ziemskiej. —10
9 Pieniądze, ich powstanie, rozwój i stan dzisiejszy. —10
606. Służewski Wł. Zarys historji handlu w Polsce. —20
423. Wiśniakowski Al. J. Buchalter-Samouk. Popularny wykład teoretyczny i praktyczny buchalterji podwójnej zwanej „włoską". —40
424. — — Cz. II. Wzory książek. —50
543. — Słownik wyrazów i wyrażeń handlowych. —60

Hygjena.

p. Lecznictwo. Pielęgnowanie dzieci. Wychowanie fizyczne.

288. A n t y. Al. K o h o l i k. Pijaństwo—nasz wróg. 07½
329. B u n g e G. Dr. Zatrucie alkoholem i zwyrodnienie. —10
126. D r z e w i e c k i J. Dr. Mięso czy pokarmy roślinne? Wskazówki dietycznego odżywiania się. Wyd. II. —10
319. F o u r n i e r A. Dr. Dla naszych synów, gdy dojdą do dojrzałości fizycznej. Rady lekarza. —10
17. F u l l y E. Jak zachować zdrowie, urodę i młodość.—10
23. G a ł e c k i St. Dr. Pasorzyty ludzkie wewnętrzne i zewnętrzne, (z 20 rysunkami). —10
222. G o t t h i l f - T r a e n h a r t Dr. Jak zachować się wiosną, latem, jesienią i zimą? oprac. dr. Wolberg.—20
135. H e r z e n A. Dr. Odezwa do młodzieży męskiej. —10
4. K n e i p p S. Ks. Jak żyć potrzeba? Wskazówki i rady.—10
317. K o p c z y ń s k i St. Dr. Hygjena i szkoła. —20
234. L e v i l l a i n F. Dr. Hygjena ludzi nerwowych. —15
456. L a h m a n H. Zdrowotny sposób życia. Opracował A. Madejski. —08
109. M a r c h l e w s k a B. Co każdy człowiek o hygjenie wiedzieć powinien. I. Mieszkanie i odzież. —15
354. M i k l a s z e w s k i W. Dr. Cztery żywioły w życiu człowieka. I. Woda. —30
355. — Wróć do przyrody. I. O źródłach siły w ustroju. Praca. Wstrzemięźliwość. —15
356. M i k l a s z e w s k i W. Dr. Wróć do przyrody. II. Nadużycia. —20
357. — — III. Odpoczynek. —20
318. N i e d z i e l s k i K. Dr. Uwagi i rady lekarza przydatne w życiu codziennem. —25
83. W o l b e r g L. Dr. Jak żyć aby być zdrowym. —10
398. Z a w a d z k i J. Dr. Jak powinniśmy mieszkać. —06
399. — Jak powinniśmy jadać. —06

Historja.

102. A n t o s z k a. Działalność kobiet czeskich i ich udział w odrodzeniu Czech. —20
411. — Czechy i naród czeski Cz. II. Historja Czech. —30
427. B a r t o s z e w i c z K. Rzeczpospolita Babińska. —30
521. B o r e y k o J. Dwadzieścia lat bohaterstwa i zawiedzionych nadziei (1795—1815). —45
375. Charakterystyki historyczne, wybrała i streściła H. O.
I. K. Szajnocha. Bolesław Chrobry —5
376. — II. K. Szajnocha. Władysław Łokietek —5
377. — III. J. Szujski. Kazimierz Wielki —5
378. — IV S. Smolka. Wojewoda Sieciech —8

379. Charakterystyki historyczne. V. S. Smolka. Jadwiga. —6
380. — VI. Wł. Smoleński. Szlachta w świetle własnych opinii. —6
381. — VII. K. Szajnocha. Wielkopolska a Małopolska w wieku XIV —8
479. Fałski M. Dzieje początków pisma, z rysunkami. —20
503. Gąsiorowska N. Historja zakonów w Polsce. —30
519. Glatman L. Wielka wojna. Szkic historyczny. —45
447. Gobineau J. hr. Odrodzenie. Sceny historyczne. Przekład, przedmowa i objaśnienia A. Strzeleckiego Część I. Savonarola. —60
462. — — Cz. II. Cezar Borgia. Cz. III Juljusz II-gi. —60
544. — — Cz. IV. Leon X. Cz. V. Michał Anioł. —80
400. Gomulicki W. Trzy królowe. Portrety historyczno-estetyczne. —30
384. Iankowski Cz. Ks. Bohaterowie polscy. Karol Chodkiewicz, Kazimierz Pułaski, Ks. Józef Poniatowski —25
583. Kilińskiego Jana Pamiętniki o rewolucji w Warszawie w roku 1794-ym. —25
59. Kochanowski J. K. O heraldyce czyli o znajomości herbownictwa, z 20 rysunkami. —20
38. — Początki walki Słowiańsko-niemieckiej. —20
513. Korzon T. Grunwald. Ustęp z dziejów wojennych. —15
241. Koszutski W. Nasze prababki. Szkic historyczno-obyczajowy. —15
382. Królowie i książęta Polscy. 30 portretów według rys. J. Matejki z notatkami biograficznemi —25
250. Kwieciński Z. Dzieje wypraw krzyżowych, podług Michauda i innych źródeł. —35
289. Łuninski E. Przed wyprawą wiedeńską. Studjum historyczne. —25
147. Mieczník A. O Serbji i Serbach. —20
177. — Macedonja i Macedończycy. —20
478. Ochorowicz J. Pierwiastki charakteru narodowego. Szkic z psychologji i kultury pierwotnej Słowian centralnych —40
39. Offmański M. Dola i niedola Jana Sobieskiego. —25
479. — Dzieje Warszawskiego Towarzystwa Przyjaciół nauk (1800—1832). Streszczenie z dzieła Aleksandra Kraushara. —60
114. — Grunwald, monografja historyczna. —20
480. — Królestwo Polskie (1815—1830). Rys historyczny z tablicami statystycznemi —60
314. — Pamiątki po Piastach i Jagiellonach pozostałe w wierzeniach, tradycji i zabytkach. —45
315. — Słownik miejscowości, w których znajdują się zabytki z czasów Piastowskich i Jagiellońskich. —40
178. Okszyc A. Japonja i Japończycy, podług Lauterera —25

441. Rakowski K. [illegible]
Polski (do czasu upadku państwa polskiego) Cz. I —30
442. — — Część II. —25
132. Sempołowska S. Starożytna Grecja i jej urządzenia—20
505. Służewski Wł. Zarys historji handlu w Polsce.—20
93. Smoleński Wł. Rządy pruskie na ziemiach polskich 1793—1807. —15
28. Szajnocha K. Wojna o cześć kobiety. —10
217. — Jadwiga i Jagiełło, streścił E. Łuniński. Część I —15
218. — Jadwiga i Jagiełło. Cz. II. —20
219. — Cz. III. —20
374. Szulc Fr. Polska w r. 1793. Pamiętnik historyczny, według jego podróży. —60
88. Tatomir L. Król Kazimierz Wielki. —25
89. — Mikołaj Wierzynek. —10
125. Tarde S. Społeczeństwo i historja, streścił A. Lange—15
446. Wasilewski L. Współczesna słowiańszczyzna. Zarys etnograficzno-statystyczny. —30
520. Wawrzeniecki M. Słowianie doby przed i wczesno historycznej. —25

Języki obce.

612. Antoszka. Podręcznik do poznania praktycznie języka czeskiego, oraz rozmówki polsko-czeskie. —25
333. Belmont Leo. Esperanto. Najłatwiejsza metoda wierszem. —15
510. Grabowski A. Słownik polsko-esperancki. Wydanie mniejsze, skrócone. —75
256. Kutner S. Słowniczek kieszonk. polsko-niemiecki. —75
257. — Słowniczek kieszonk. niemiecko-polski. —75
(te same słowniki w opr. w płótno ang. po 90 kop.)
312. Marissiaux L. Esperanto, język międzynarodowy. Kurs handlowy, ułożył Zb. Kamiński. —60
307. Rozmowy polsko-angielskie —55 w oprawie —75
308. — — francuskie —55 — —75
09. — — niemieckie —55 — —75
310. — — rosyjskie —55 — —75
306. Wąsikowski K. Słowniczek kieszonkowy polsko-niemiecki i niemiecko-polski —75, w oprawie—90
54. Veys-Chabot Th. Słownik francusko-polski, w opr.—90
352. Zakrzewski A. Historja i stan obecny języka międzynarodowego Esperanto. —15
197. Zamenhof L. Dr. Esperanto. Język międzynarodowy. Część I. Gramatyka i ćwiczenia —25
198. — — Część II. Słownik. —15
331. — — Słownik Esperanto-polski. —15

Język polski.

263. Arcta Słowniczek 9400 wyrazów, wyrażeń i zwrotów cudzoziemskich, kop. 60; w oprawie —80
170. Arcta Słowniczek wyrażeń i przysłów cudzoziemskich —25
184. Galle H. Krótka stylistyka. —15
194. — Teorja prozy i poezji w zarysie. —25
299. — Słowniczek wyrazów o pisowni wątpliwej, z podziałem na zgłoski, podług pisowni filologów. —20
123. Krasnowolski A. Najpospolitsze błędy językowe, zdarzające się w mowie i piśmie polskiem. —25
136. — Słowniczek frazeologiczny. Poradnik dla piszących —60
297. — Przenośnie mowy polskiej. Część I. —35
298. — — Część II. —30
244. — Główne zasady składni polskiej. —20
428. Magiera J. Rozwój języka polskiego. Zarys. —15
50. Prawidła pisowni polskiej ułożone według uchwał Akademji Umiejętności w Krakowie. Wyd. drugie. —10
260. Passendorfer A. Słowniczek błędów językowych i najważniejszych prawideł gramatycznych. —40
193. Radliński L. Wyrazy obce w „Sonetach Krymskich" Mickiewicza, opracowane etymologicznie. —10

Kolekcjonowanie i hodowla.

205. Arctówna M. Wskazówki do zbierania, określania i zasuszania roślin, podług G. Lutza. —20
206. — Etykiety do zielnika. 1230 kartek z nazwami roślin, rodzin i gatunków. —25
454. Czerwiński K. Kolekcjonowanie zwierząt. Metody naukowe, z 41 rysunkami. —40
328. Dyakowski B. Wskazówki do hodowli motyli, oraz urządzania zbiorów, z 17 rysunkami. —15
41. Kalinowski K. Hodowla ptaków śpiewających. —15
444. Kanarek, jego rozmnażanie, hodowla i leczenie chorób. Wyd. II. —15
502. Piesek pokojowy. Jego rasy, hodowla, choroby i ich leczenie. Z 25 rycinami. —30
416. Prószyński K. Akwarjum pokojowe. Krótkie wskazówki dla miłośników, z 39 rysunkami. —20

Krajoznawstwo.

487. Chmielewski K. Twoje ziemie, twoje wody. Szkice malownicze z kraju, z 9 rysunkami. —35
488. Dybczyński. Z teki turysty. Opis 88 milowej pieszej podróży po kraju. Z licznemi rycinami —50
576. — Przewodnik po górach Świętokrzyskich (Łysogórach). —25

489. Gloger Z. Białowieża. Malownicze opisy puszczy Białowieskiej i podróży do niej, z rycinami. —22
490. Janowski A. Wycieczki po kraju, z licznemi rycinami i mapami. Cz. I. Kielce, Chęciny, Góry S-to Krzyskie. Radom. Wyd. II. —40
491. — — Cz. II. Opatow, Ujazd, Klimontów, Ossolin, Sandomierz. Wyd. II. —40
492. — — Cz. III. Puławy. Kazimierz, Janowiec, Nałęczów. Wyd. II. —40
493. — — Cz. IV. Na szlaku nowej kolei Warszawa-Kalisz: (Łowicz, Łódź, Sieradz). —40
8. Nałkowski W. Krajoznawstwo i jego stosunek do gieografji. —15

Kwestja kobieca.

102. Antoszka. Działalność kobiet czeskich i ich udział w odrodzeniu Czech. —20
180. Dohm J. Z dziejów ruchu kobiecego, streściła M. Glotzówna. —25
92. Marrené W. Kobieta czasów obecnych. —15

Kultura

p. Historja, Społeczne.

473. Falski M. Dzieje początków pisma, z rysunk. —20
478. Ochorowicz J. Pierwiastki charakteru narodowego. Szkic z psychologji i kultury pierwotnej Słowian centralnych. —40
506. O języku ludzkim i jego rozwoju. Podług dzieł Whitneja i dr. Medingera. 15
457. Wawrzeniecki M. Cechy polańskie w polskiej sztuce. —20

Lecznictwo. Hygiena.

274. Boas Dr. Dyeta i wskazówki dla chorych na kiszki, oprac. Dr. L. Wolberg. —25
104. Dunin T. Dr. Suchoty płuc i jak skutecznie z niemi walczyć można. —10
101. Gałecki S. Dr. Wykład popularny o suchotach płucnych. Wyd. II. —25
5. Kneipp ks. Moje leczenie wodą. I. Zabiegi wodolecznicze —10
6. — — II. Apteczka domowa. —10
7. — — III. Jak leczyć choroby. —15
232. Levillain F. Dr. Układ nerwowy i jego choroby. —10
233. — Przyczyny chorób nerwowych, przełoż. Dr. M. G. —15
234. — Hygjena ludzi nerwowych, przełożył Dr. M. G. —15
480. Łaczewski St. Dr. Co to jest gruźlica (Suchoty) i jak się od niej chronić należy? —15

176. Łazarowicz K. Dr. Pierwsza pomoc w nagłych wypadkach, z 50 rysunkami. —25
285. — Co to jest cholera i jak ją zwalczać. —10
194. — Pielęgnowanie chorych w domu, podł. Dr. Stoeckera, z 17 rysunkami. —25
293. Ołtuszewski Wł. Dr. Niedorozwój psychiczny, istota, zapobieganie i leczenie. —10
330. — Niemota, bełkotanie, mowa nosowa, jąkanie, oraz hygjena mowy. Z 5 rysunk. —20
72. — Zboczenia mowy: Niemota, bełkotanie, mowa nosowa, jąkanie, z rysunkami. —10
40. Powietrze i słońce, jako najlepsze środki lecznicze, według dr. R. Lamsdorffa, G. Martina, G. Ditricha i in. —15
55. Sterling Wł. Dr. Cierpienia nerwowe. —15
25. — Jak powinien zachować się chory na żołądek. —15
160. — O artretyzmie i cierpieniach pokrewnych według Dr. Krakauer'a —20
169. — O bólu głowy i jego leczeniu, według Moebiusa, Oppenheim'a, Dubois. —10
430. Szokalski K. Dr. Bakterje w przemyśle i lecznictwie. Z 19 rysunkami. —25
574. Szymanowski Z. Dr. Jak sobie radzić do przybycia lekarza. Podług D-ra H. Bartscha. ——
286. Tchórznicki J. Dr. Przewodnik dla służby zdrowia (sanitarzy), podczas epidemji cholery. —15

Literatura polska.

p. Życiorysy.

.08. A. R. Humor staropolski w poezji XVI i XVII w. —15
118. Brzozowski St. Stanisław Wyspiański jako poeta. —20
82. Bujno M. Narcyza Żmichowska, jej życie i dzieła. —20
2'7. Chlebowski B. Mikołaj Rej i jego charakterystyka —30
67. Galle H. Aleksander Świętochowski. —15
90. — Józef Korzeniowski, jego życie i dzieła. —20
111. — Adam Asnyk. —20
148. — O poematach M. Konopnickiej. Prometeusz i Syzyf. Pan Balcer w Brazylji. —10
529. Gawalewicz M. Poeta promienisty (Tomasz Zan). z przedmową Al. Kraushara. —25
571. Gliński K. Józef Bohdan Zaleski. ——
572. — Konstanty Gaszyński. ——
573. — Maurycy Gosławski. ——
545. Gomulicki W. Złotousty. O Piotrze Skardze, jako człowieku kapłanie, mówcy, pisarzu i patryocie. Szkic popularny. —20
243. Gerszt S. Dziennikarstwo polskie. Zarys historyczny —20

434. Grabowski T. Dr. Juljusz Słowacki, jego życie i charakter. Część I. Młodość (1809—1836). —30
435. — — Część II. Lata dojrzalsze. (1837—1842). —30
504. — — Część III. Lata ostatnie (1843—1849). —30
77. Hösick F. Julian Klaczko. Sylwetka literacka. —10
42. Kozłowski St. Marja Konopnicka. Szkic krytyczny —20
60. Łagowski Fl. Historja literatury polskiej w zarysie. Część I. Literatura polska do wieku XVI. —15
84. — — II. Wiek XVI. —20
112. — — III. Pierwsza połowa wieku XVII. —15
142. — — IV. Druga połowa XVII wieku. —15
172. — — V. Wiek XVIII i XIX do Mickiewicza. —30
362. — — VI. Od Mickiewicza do r. 1850 —35
409. — — VII. Epoka Mickiewiczowska (C. d.) Powieść i proza naukowa do r. 1863. —15
465. — — VIII. Po roku 1863. —30
11. — Ignacy Krasicki i jego dzieła. —15
22. — O komedjach Aleksandra hr. Fredry (ojca). —20
34. — Jan Kochanowski, życie i dzieła. —15
45. — Kazimierz Brodziński; życie i dzieła. —10
117. Nitowski J. Eliza Orzeszkowa. —15
246. — Józef Ignacy Kraszewski i jego dzieła. —10
182. Przewóski E. Maurycy Mochnacki, jako krytyk literatury —18
153. Pseudonimy i kryptonimy pisarzów polskich, zebrał I. Z. —25
239. Sierzputowski T. Polska poezja romantyczna. Część I. Historja romantyzmu. —20
253. — — Część II. Historja romantyzmu. —18
537. Słowacki J. Wybór listów. Część I. —30
547. — — — Część II —35

Literatura powszechna.

381. Brodzki Zb. Historja literatury francuskiej. Podług Lansona i inn. Cz. I. Wieki średnie. Odrodzenie. —25
410. — — Część II. Wiek XVII. —25
420. — — Część III. Wiek XVIII. —25
448. — — Część IV. Pierwsza połowa w. XIX-go. —30
555 — — Część V. Druga połowa w. XIX-go. ——
61. Brzozowski St. Hipolit Taine i jego poglądy na filozofję, psychologję i historję. —20
62. — Hipolit Taine jako estetyk i krytyk. —15
680. Dzieje literatury rzymskiej w zarysie, podług Joachima i Baumgartena. Z wyjątkami z pisarzów łacińskich. —65
827. Karásek J. dr. Dzieje literatur słowiańskich. Cz. I. Literatura dawniejsza do czasów odrodzenia; przełożył M. Wawrzycki. —90

528. Karásek J. dr. Dzieje literatur słowiańskich. Część II. Wiek dziewiętnasty. —
436. Kwiatkowski R. Literatura Arabska. —30
369. — Literatura Chińska. —15
370. — Literatura Egipska. —15
396. — Literatura Japońska. —20
397. — Literatura Indyjska. —15
422. — Literatura Babilońsko-Assyryjska —20
541. — Literatura Perska. —
392. Lange A. Krótki zarys literatury powszechnej Cz. I. Literatura starożytna i średniowieczna. —15
408. — — Cz. II. Literatura ludów romańskich —15
419. — — Cz. III. Literatura ludów giermańskich. —30
470. — — Cz. IV. Literatura ludów Słowiańskich. —40
345. — Sintaisi-Sho. Poeci nowo-japońscy, z dodaniem zarysu dziejów literatury japońskiej w XIX wieku. —20
453. Mickiewicz A. Literatura słowiańska wykładana w Kolegjum Francuskiem. Streszczenie według tłomaczenia F. Wrotnowskiego. —45
115. Osterloff W. Zarys historji literatury niemieckiej. Część I. Od czasów najdawniejszych do Klopstocka. —15
129. — — Część II. Od Klopstocka do Göthego. —10
163. — — Część III. Od Göthego do Schillera. —15
173. — — IV. Szkoła romantyczna.—Młode Niemcy. —20
183. Pipin A. Historja literatury słoweńskiej. —2
214. Wrzesień A. Lord Byron jego żywot i dzieła. —15

---

130. Homera Iljada, streścił i opracował A. Lange. —25
154. Homera Odysseja, streścił A. Lange. —25
167. Król K. Cyd. Poemat średniowieczny hiszpański. —20
290. — Frytjof. Opowieść skandynawska. —30
128. Wergiljusz Publjusz. Eneida, oprac. K. Król. —40

Logika.

273. Brzozowski St. Logika. —30
500. Struve H. Logika elementarna. Z dodaniem słowniika terminów logicznych. —75

Mineralogja.

524. Mineraly. Atlasik kieszonkowy rozkładany. 12 tablic kolorowych, z tekstem objaśniającym. —50
182. Sprockhoff A. Ze świata mineralnego. Spolszczył Ks. Sperzyński. Z 50 rysunkami. —35

Mleczarstwo

292. Dabrowa-Szremowicz Z. Mleczarstwo. Część I. Mleko, jego skład, własności, braki i sposób dobywania —20
313. — Część II. Chów bydła mlecznego. —25

Muzyka.

35. Al-Ar. Fryderyk Chopin; jego życie i dzieła. —10
52. — Stanisław Moniuszko; jego życie i dzieła. —10
96. Hanslick E. Dr. O pięknie w muzyce. —30
73. Mendes C. Ryszard Wagner i jego dramaty. —20
537. Opieński H. Chopin, jako twórca. Objaśnienie jego utworów. —25
348. Roguski G. Słowniczek znakomitych muzyków. —25
10. — Pierwsze zasady muzyki, podług Hellera. Wyd. II. —15
216. Rutkowski Z. Wskazówki dla uczących początków gry fortepianowej. —30
18. Słowniczek wyrazów i wyrażeń używanych w muzyce. —25
31. Słonecki K. Zasady kształcenia głosu oraz mowy prawidłowej. Wyd. III. —10
186. Zawirski M. Nauka harmonji w streszczeniu. —40

Myśli i Aforyzmy.

223. Meandry. Strzępy myśli rozwianych, ze wspomnień Felicyana. —30
236. Kanta Najpiękniejsze myśli. Ze zbioru Dr. R. Richtera wybrał i przełożył A. Krasnowolski. —20

Meteorologja.

[illegible] Gorczyński W. Prawidła pogody, oparte na spostrzeżeniach meteorologicznych. Z 5 rysunkami. —10

Nowele i Powieści.

231. Busse K. Marko Taras. Obrazek z natury przełożyła Marja Bujno. —10
252. — Nowele szkolne, tłómaczyła M. Bujno. —10
349. Czajkowski M. Kirdżali. Powieść naddunajska. t. I—25
350. — — — — II—25
259. Dalgas, Egge, Krag, Björnson i inni. Nowele Skandynawskie. —25
236. Garborg Arne. Górskie powietrze i inne opowieści, przeł. z oryg. norweskiego J. Klemensiewiczowa —10
390. Goszczyński S. Król zamczyska. Powieść. —20
224. Heijermans. Wnętrza. Służąca. — Małżeństwo. —15

385. Junosza Klemens. Wilki —05
386. — Z pamiętników roznosiciela. —08
401. — Młynarz z Zarudzia. Obrazek wiejski. —10
402. — Szkice z natury. Muzykanci. Wojtek Węcior —08
403. — Pokój przy familji. —06
413. — Niekosztowna kuracja. Grabarz Książek. —08
414. — W powodzi kwiatów. Gdy konwalje zakwitną. —08
415. — Oryginał z Piskorzewa. —15
258. Karmen. Dzikusy. Szkice z życia robotników w porcie odeskim. —30
322. Kipling R. Z pod nieba Indji. Nowele. —15
290. Król K. Frytjof. Opowieść z opowiadań skand. —30
167. — Cyd. Poemat średniowieczny hiszpański. —20
280. Lagerlöf S. Legendy o Chrystusie, tłómaczyła M. Markowska. —30
226. Wells. Nowele, tłómaczył A. Lange. —20
325. Wergiljusz Publjusz. Eneida, oprac. K. Król. —40
284. Wilkoński A. Wybór ramot i ramotek. —30
279. Zola E. Powódź. Obrazek, tłóm. Al-Ar. —10

Paleontologja.

318. Dybczyński T. Wiadomości początkowe z paleontologji, z 50 rysunkami. —35

Pielęgnowanie dzieci.

p. Wychowanie fizyczne

164. Bączkiewicz Dr. O żywieniu niemowląt. —20
138. — Jak zachować zdrowie niemowlat. —10
339. — Jak ochraniać dzieci od chorób zakaźnych. —30
305. Handelsmann B. Wskazówki dla rodziców i wychowawców. —10
14. Kneipp S. ks. Jak pielęgnować dzieci zdrowe i jak leczyć chore. —10
373. Korybut-Daszkiewicz B. Dr. Pielęgnowanie dziecka chorego. —30
110. Sterling Wł. Dr. Dziecko nerwowe. —20
146. Trump J. Dr. Hygjena wieku dziecięcego, opracował Dr. Wł. Sterling. —20
371. — Hygjena wieku szkolnego, opr. Dr. W. Sterling. —30
105. Vögtlin M. Dr. Pielęgnowanie dziecka w pierwszym roku życia, spolszczył dr. Szymanowski. —20
281. Wolberg L. Dr. Zdrowie dziecka. Przewodnik dla rodziców, podług K. Hochsingera. Z 14 ryc. —60

Pedagogika p. Wychowanie.

Pielęgnowanie ciała p. Hygjena

Podróże.

p. Gieografja.

487. Chmielewski K. Twoje ziemie, twoje wody. Szkice malownicze z kraju, z 8 rysunkami. —35
488. Dybczyński. Z teki turysty. Opis 88 milowej pieszej podróży po kraju. Z licznemi rycinami. —80
576. — Przewodnik po górach Swiętokrzyskich (Łysogórach. —25
452. Durham M. Czarnogórze i Albania. Szkice z podróży. Tłumaczyła M. Swiderska. —25
489. Gloger Z. Białowieża. Malownicze opisy puszczy Białowieskiej i podróży do niej, z rycinami. —25
461. Hartinghewa Z. Przewodnik po ziemi Kaszubskiej, z 20 rysunkami. —40
29. Hösick F. Nad wodą wielką i czystą. Z życia poetów nad Lemanem. —20
100. — Nad jeziora włoskim brzegiem. Lago di Como.—15
490. Janowski A. Wycieczki po kraju, z licznemi rycinami i mapami. Cz. I. Kielce, Chęciny, Góry S-to Krzyskie, Radom. Wyd. II. —40
491. — — Cz. II. Opatów, Ujazd, Klimontów, Ossolin, Sandomierz. Wyd. II. —40
492. — — Cz. III. Puławy, Kazimierz, Janowiec, Nałęczów. Wyd. II. —4[illegible]
493. — — Cz. IV. Na szlaku nowej kolei Warszawa-Kalisz. — (Łowicz, Łódź, Sieradz). —4[illegible]
269. Zakopane i jego okolice. Przewodnik dla zwiedzających, z planem i 10 rysunkami. —30

Poezje.

539. Brodziński K. Wiesław. Sielanka. Wydanie nowe.—08
564. — Wybór poezji. Ze wstępem i objaśnieniami Piotra Chmielowskiego. —
477. Chmielewski K. Mgły. Opowieść tęsknot wierszem. —30
459. Goszczyński S. Zamek Kaniowski. Powieść z objaśnieniami H. Gallego —15
130. Homera Iljada. Streścił i opracował A. Lange. —25
154. — Oddysseja. Streścił i opracował A. Lange. —25
108. Humor staropolski w poezji XVI i XVII w., wybrał A. R.—15
565. Kochanowski J. Wybór poezji. Ze wstępem i objaśnieniami P. Chmielowskiego. Cz. I. Odprawa posłów greckich. Tragedja. —
566. — — Cz. II. Poematy. —
567. — — Cz. III. Sobótka. Treny. —
568. — — Cz. IV. Pieśni (wybrane). —
569. — — Cz. V. Fraszki (wybrane). —

Krasiński Z. Przedświt. Objaśnił J. Michalski. —15
512. — Poezje liryczne. Cz. I. —15
516. — — Cz. II. —10
516. — — Cz. III. —10
525. — Noc letnia. —1
550. — Nieboska Komedja. Ze wstępem podług „Historji literatury" prof. St. Tarnowskiego i objaśnieniami. ——
552. — Irydjon. Ze wstępem podług „Historji literatury" prof. St. Tarnowskiego i objaśnieniami. ——
531. Krasicki J. Satyry. —15
227. Lange A. Księga sonetów poetów polskich, 175 najpiękniejszych sonetów. —75
345. Lange A. Sintaisi-Sho. Poeci nowo-japońscy. Wybór. —20
507. Lermontow M. Demon. Przełożył M. M. Bożywola-Poznański. —15
511. Malczewski A. Marja. Powieść ukraińska. —12
223. Meandry. Strzępy myśli rozwianych, ze wspomnień Felicyana. —30
532. Mickiewicz A. Ballady i romanse. —15
542. — Grażyna. Powieść litewska. Wstępem i objaśnieniami opatrzył Adolf Strzelecki. —15
551. — Poezje liryczne. Cz. I. Ze wstępem i objaśnieniami. ——
553. — Sonety Krymskie, Farys, Szanfary, Almotenabbi. Z przedmową Henryka Gallego i objaśnieniami. ——
558. — Poezje liryczne. Cz. II. ——
559. — — — Cz. III. ——
560. — — — Cz. IV. ——
561. — Giaur. ——
445. Morsztyn J. A. Poezje. Wybór. Z przedmową i objaśnieniami A. Strzeleckiego. —30
437. Słowacki J. Poezje. Z objaśnieniami P. Chmielowskiego. Cz. I. Szanfary. Hugo. Mnich. Arab. —10
438. — — Cz. II. Jan Bielecki. —05
439. — — Cz. III. Żmija. —10
443. — — Cz. IV. Lambro. —10
534. — Poezje liryczne. —25
535. — Genezis z ducha, z przedmową A. Langego. —10

Przyroda.

p. Botanika, Zoologja, Chemja, Fizyka.

47. Bouffałł S. Woda pod względem fizycznym i chemicznym, z rysunkami. —10
63. — O powietrzu. —10
131. — O prędkości światła, podług A. Bernsteina, z rys. —10
150. — Ziemia i jej stanowisko we wszechświecie, podług Neumayra, z rysunkami. —20
166. — Wulkany, przez K. Martina. Trzęsienia ziemi, przez Dr. Meuniera, z 5 rysunkami. —15

496. Bölsche W. Dni stworzenia. (Malowniczy opis powstawania świata). Przełożył J. Babiński. Z rycin. —50

570. — Szkice zoologiczne, opracował Dr P. Jankowski. Cz. III. Prahistorja żołądka. ——

497. Jezierski F. i Sosnowski J. Zarys biologji ogólnej. Z licznemi rycinami. —40

65. Kulwieć K. Organizm jako społeczeństwo komórek. —10

387. Kaufman M. O pochodzeniu gatunków. Teorja Darwina, z rysunkami —15

85. Mach E. Dr. O widzeniu. O symetrji. Odczyty popularno-naukowe, z rysunkami. —10

549. Minkiewicz R. Rozwój ziemi i życia. ——

562. — Pochodzenie człowieka. ——

416. Prószyński K. Akwarjum pokojowe. Krótkie wskazówki dla miłośników, z rysunkami. —20

455. Sosnowski J. Z pracowni fizjologa. Podręcznik do doświadczeń fizjologicznych, z 16 rysunkami. —30

404. Wróblewski K. Granice pomiędzy światem roślinnym a zwierzęcym. —15

498. Ziegler H. E. Dr. prof. O obecnym stanie descendencji w zoologji. Z rysunkami. —20

Psychologja.

p. Filozofja, Fizjologja, Wychowanie.

Religje.

267. Arnold E. Światło Azji. Poemat prozą przedstawiający życie i naukę Buddhy. —40

266. Deutsch E. Co to jest Talmud, Wyd. II. —30

563. Hulka P. Zarathustra—twórca religji Iranu. ——

74. Lang A. Wierzenia dzikich ludów. —15

575. Szukiewicz W. Kto był Buddha i co o nim wiemy. ——

Rolnictwo.

287. Godlewski E. Dr. Pogadanki o pokarmach roślinnych i nawozach sztucznych. —20

Rozmowy.

p. Języki obce.

Różne.

116. Danielewicz B. Ubezpieczenie życiowe. —15

458. Heilpern M. W jaki sposób powstał i jak jest zbudowany kinematograf. Z 30 rysunkami. —25

41. Kalinowski K. Hodowla ptaków śpiewających. —15

32. Kamiński Z. Nauka gry w szachy. Wyd. II. —20

444. Kanarek, jego rozmnażanie hodowla i leczenie chorób. Wydanie II. —15

304. Programy wszystkich rosyjskich partji politycznych. — 25
502. Piesek pokojowy. Jego rasy, hodowla, choroby i ich leczenie. Z 25 rycinami. —30
24. Przepisy właściwego zachowania się wśród ludzi. —20
540. Szumlańska P. 555 rad i doświadczeń gospodarskich. —20

Samokształcenie.

p. Wychowanie.

Słowniki

263. Arcta Słowniczek 9400 wyrazów, wyrażeń i zwrotów cudzoziemskich, kop. 60; w oprawie—80
170. — Słowniczek wyrażeń i przysłów cudzoziemskich. —25
299. Galle H. Słowniczek wyrazów o pisowni wątpliwej, z podziałem na zgłoski, podług pisowni filologów. —20
510. Grabowski A. Słownik polsko-esperancki. Wyd. mniejsze, skrócone. —75
136. Krasnowolski A. Słowniczek frazeologiczny. Poradnik dla piszących. —60
256. Kutner S. Słowniczek kieszonkowy polsko-niemiecki.—75
257. — Słowniczek kieszonkowy niemiecko-polski. —75
(te same słowniki w opr. w płótno ang. po 90 kop.).
260. Passendorfer A. Słowniczek błędów językowych i najważniejszych prawideł gramatycznych. —40
306. Wąsikowski K. Słowniczek kieszonkowy polsko-niemiecki i niemiecko-polski. kop. 75, w opr.—90
543. Wiśniakowski Al. J. Słownik wyrazów i wyrażeń handlowych. —60
554. Veys-Chabot Th. Słownik francusko-polski, w opr.—90
198. Zamenhof L. Dr. Esperanto. Język międzynarodowy. Cz. II. Słownik. —15
331. — Słownik esperanto-polski. —15

Społeczne.

p. Kwestja kobieca.

188. Acty Al. Koholik. Pijaństwo—nasz wróg. $7^1/_2$
81. Bareczowski S. Polacy w Ameryce. Zarys obecnego stanu wychodźtwa polskiego. —15
248. Bauer L. Pokonani. Rozmowy dramatyczne —20
324. Białecki A. Dr. Prawo w życiu ludzkiem, wykład popularny. —35
329. Bunge G. Dr. Zatrucie alkoholem i zwyrodnienie. —10
116. Danielewicz B. Ubezpieczenia życiowe. —15
57. Golińska Z. Dr. Nauka o ludności. —10
70. — Alkoholizm i społeczeństwo. —10
300. Jodl Fr. Dr. Ekonomja społeczna a etyka, przekład A. Krasnowolskiego —15

31. Kozłowski W. M. Jak jest za Oceanem. —10
676. Kurnatowski J. O solidaryzmie —15
203. Lange J. O prawach kobiety jako żony i matki. —25
53. Marchlewski J. B. Dr. Ekonomja polityczna, czem jest i czego uczy. Wyd. 2-gie. —15
1. Oszczędność — droga do dobrobytu, podług Wecia i Smilesa, opracowali K. K. i Z. K. Wyd. II. —10
91. Pietkiewicz Z. Walka z nędzą. —20
127. — Z naszych stosunków ekonomicznych. Kapitały obce w przemyśle polskim. Cła. Artele. —20
109. — Zrzeszenia wiejskie. Dźwignia kultury i dobrobytu. Spółki. Związki. Kółka roln. —45
504. Programy wszystkich rosyjskich partji politycznych.—25
441. Rakowski K. Dzieje ekonomicznego rozwoju Polski (do czasu upadku Państwa Polskiego). Cz. I. —35
442. — — Cz. II. —25
361. Spencer H. Zasady Socjologji, streścił Antoni Wróblewski —30
433. — — Część IV. Instytucje obrzędowe. —20
254. Szukiewicz W. Zasady ruchu współdzielczego. —25
291. — Zarys Ewolucji ekonomiczno-społecznej (Ideały Fabjuszów). —25
557. — Miasto przyszłości. Zagadnienie kulturalne. —
125. Tarde. Społeczeństwo i historja, streśc. A. Lange.—15
101. Ustawa normalna Towarzystw Wzajemnej Pomocy. —10
102. Ustawa norm. Tow. Współdzielczych Spożywczych. —10

Szkice literackie.

270. Galle H. Epopeja Napoleońska w Popiołach Stefana Żeromskiego. —15
171. Offmański M. Przyczynek do życiorysu Asnyka.—15
213. Pilecki A. Poeta i świat. Odczyty. —20
156. Strzelecki A. Szkic o weryzmie. —10

Szkolnictwo.

p. Wychowanie.

Sztuka.

62. Brzozowski S. Hipolit Taine jako estetyk i krytyk—15
79. — Józefa Kremera poglądy na sztukę i jej historję. —15
2. Bujno M. John Ruskin i jego poglądy. Wyd. II. —10
172. Cousin. O pięknie, przeł. R. Simon. —20
264. Lange K. Rozkosze zmysłów i rozkosze sztuki. Przyczynki do teorji sztuki, przeł. M. Mutermilch. Cześć I. Fizjologja rozkoszy i rozkosze sztuki. —25
265. — — Część II. Sztuka. —25

181. Le Roux A. Życie artystyczne ludzkości, streściła W. Jasieńska-Zaremba, z 30 rysunkami. —25
430. Loewenfeld L. Genjusz i jego przedstawiciele w sztuce plastycznej. —30
49. Mutermilch M. Zasady estetyki, z rysunk. Wyd. II —25
66. — Idea w sztuce. Wyd. II. —10
407. — Zarys dziejów sztuki Cz. I. Sztuka starożytna i średniowieczna, z rysunkami —35
471. — — Cz. II. Epoka odrodzenia, z ilustracjami. —45
548. — — Cz. III. Sztuka w. XVII, XVIII i XIX, z ilustr.——
311. Taine H. O ideale w sztuce, str. Brzozowski. —20
353. Wawrzeniecki M. Böcklin o sztuce (poglądy) —10
457. — Cechy polańskie w polskiej sztuce. —20

Teatr

p. Dramatyczne utwory.

Teatr amatorski

p. Dramatyczne utwory

Technologja

474. Estienne i Gallie. Co należy wiedzieć o awjatyce. Przełożył E. Zdrojewski. Z rysunkami. —16
458. Hellpern M. W jaki sposób powstał i jak jest zbudowany kinematograf. Z 30 rysunkami. —25
342. Lewiński J. Bielenie przędzy i tkanin lnianych prędkim sposobem domowym, z 6 rys. —10
237. — Przewodnik dla tkaczy. Tom I. Przędza, z 19 rysunkami w tekście. —20
255. Musiatowicz S. Nafta, jej powstanie i użyteczność. Lampy i motory, podług najnowszych źródeł.—10
179. Skwara Fr. O kotłach parowych oraz o ich obsłudze.—25
187. — Zegarmistrzostwo, z liczn. rys. —10
323 Sprockhoff A. Ze świata mineralnego, objaśnione 50 rysunkami, spolszczył K. Sporzyński. —35
430. Szokalski K. Dr. Bakterje w przemyśle i lecznictwie. Z 19 rysunkami. —25
27. Umiński W. Oświetlenie współczesne, z 20 rys. —10
64. — Najdawniejsze wynalazki, z 21 rys. —10

Wybór najcelniejszych utworów

Ze wstępem i uwagami objaśniającemi trudniejsze wyrazy i zwroty. (Pod redakcją H. Gallego, J. Michalskiego i A. Strzeleckiego)

431. Fredro Al. Śluby panieńskie, czyli Magnetyzm serca. Komedja w 5 aktach, wierszem. —20
329 — Zemsta. Komedja w 4 aktach. —20

390. Goszczyński. Król zamczyska. Powieść. —20

459. — Zamek Kaniowski. Powieść. —15

565. Kochanowski J. Wybór poezji. Ze wstępem i objaśnieniami P. Chmielowskiego. Cz. I. Odprawa posłów greckich. Tragedja. ——

566. — — Cz. II. Poematy. ——

567. — — Cz. III. Sobótka. Treny. ——

568. — — Cz. IV. Pieśni (wybrane). ——

569. — — Cz. V. Fraszki (wybrane). ——

388. Krasiński Z. Przedświt. —10

512. — Poezje liryczne. Cz. I. —15

515. — — — Cz. II. —10

526. — — — Cz. III. —18

523. — Noc letnia. —15

550. — Nieboska komedja. Ze wstępem podług historji literatury prof. St. Tarnowskiego i objaśnieniami. ——

552. — Irydion. Ze wstępem podług „Historji literatury" prof. St. Tarnowskiego i objaśnieniami. ——

611. Malczewski A. Marja. Powieść ukraińska. —12

532. Mickiewicz A. Ballady i romanse. —15

542. — Grażyna. Powieść litewska. Wstępem i objaśnieniami opatrzył Adolf Strzelecki. —15

551. — Poezje liryczne. Cz. I. Ze wstępem i objaśnieniami. ——

553. — Sonety Krymskie, Farys, Szanfary, Almotenabbi. Z przedmową H. Gallego i objaśnieniami. ——

558. — Poezje liryczne. Cz. II. ——

559. — — Cz. III. —

560. — — — Cz. IV. ——

445. Morsztyn J. A. Poezje. Wybór. —30

394. Niemcewicz J. U. Powrót posła. Komedja. —12

372. Skarga Piotr Ks. Kazania sejmowe, także wzywanie do pokuty Obywatelów Korony Polskiej. —50

451. Słowacki J. Fantazy czyli Nowa Dejanira. (Niepoprawni). Dramat. —30

437. — Poezje. Z objaśnieniami i wstępem P. Chmielowskiego. Cz. I. Szanfary. Hugo. Mnich. Arab. —10

438. — — Cz. II. Jan Bielecki. —05

439. — — Cz. III. Zmija. —10

443. — — Cz. IV. Lambro. —10

395. — Książę Niezłomny. Tragedja w 3 częściach z Calderona de la Barca. —15

464. — Horsztyński. Dramat w 5 aktach. —25

475. — Złota czaszka. Jan Kazimierz. Fragmenty dramatyczne —15

534. — Poezje liryczne. —25

535. — Genezis z ducha, z przedmową A. Langego. —10

393. Zabłocki Fr. Fircyk w zalotach. Komedja. —15

Wychowanie.

243. **Adler F.** O kształceniu młodzieży w poczuciu obowiązku, przełożył W. Szukiewicz. —20
278. **Altenburg O.** Zagadnienia praktyczne z psychologji wychowawczej. Tłum. I. Moszczeńska. —50
365. **Brodzki Zb.** O naszej młodzieży słów parę. —20
276. **Buhle Dr.** Na czem opiera się wychowanie. —[illegible]
405. **Chrzanowski I.** Wielka reforma szkolna Konarskiego —10
343. **Contou E.** Szkoły nowego typu. Spolszczył i uzupełnił J. Modzelewski. —40
79. **Egidy M.** Wychowanie dzisiejsze. —10
168. **Ethelmer Ellis.** Skąd się wziął twój braciszek? spolszczyła R. Centnerszwerowa. —10
220. **Fleury Dr.** Dusza dziecka, oprac. Z. Senne[illegible]. —10
340. **Foerster W. Fr.** Nauka życia. Książka dla rodziców, wychowawców i nauczycieli. [illegible] M. Bujno-Arctowa. —[illegible]
341. — Nauka życia w przykładach. Pogadanki [illegible] charakter dzieci i młodzieży. [illegible] I. —[illegible]
346. — Nauka życia w przykładach. Cz. II. —[illegible]
162. **Hall Stanley G.** Znaczenie studyów nad [illegible], przekład K. Króla. (Wyd. II.) —[illegible]
30. **Hoche P.** O samokształceniu, nap. A. Krasnowolski. —2[illegible]
432. **Kalinowski K.** O charakterze i jego kształceniu, podług Smilesa Azama i innych. —15
317. **Kop**[illegible] Hygjena i szkoła. —[illegible]
406. **Krzemiński St.** Komisja edukacyjna. Odczyt. —25
225. **Leshaft.** Objawy i cechy charakteru i temperamentu u dzieci, opracowała Szczęsna-Słupecka. —10
320. **Męczkowska T.** Szkoły mieszane (Koedukacja). —15
103. **Moszczeńska I.** Dla rodziców rady i wskazówki przy wychowaniu dzieci. —10
106. — Reformy w wychowaniu moralnem. —10
122. — Co każda matka swojej dorastającej córce powiedzieć powinna. —15
133. — Jak rozmawiać z dziećmi o kwestjach drażliwych. Wskazówki dla matek. —1[illegible]
134. — Złe i dobre wychowanie w przykładach. —20
121. **Muklanowicz J.** Kłamstwo. Traktat pedagogiczny dla użytku rodziców i nauczycieli. —10
242. — Lenistwo. —10
359. **Ochorowicz J. Dr.** O kształceniu własnego charakteru. —15
293. **Ołtuszewski J. Dr.** Niedorozwój psychiczny. Istota, zapobieganie i leczenie. —10
24. Przepisy właściwego zachowania się wśród ludzi. Wyd. II. —20

144. Salzmann. Wychowanie wyrozowawcy (Książka Mrówcza), tłómaczyła Z. Sennewald. —20
124. Szycówna A. Jak badać umysł dziecka? (O zadaniach i metodach psychologji dziecka). Wyd. II. —20
75. Wabner J. Nauczycielstwo i pedagogja. —20
68. Wernic H. Wychowanie dziecka do lat 6-ciu. —20

Wychowanie fizyczne

p. Gimnastyka

69. Brzozowska-Kolberg A. Fizyczne wychowanie dzieci, podług Jędrzeja Śniadeckiego i in. —10
346. Lagrange F. Dr. Hygjena ruchu dla dzieci i młodzieży. —30
44. Skowroński R. Dr. Ruch i ćwiczenia cielesne. —10

Wycieczki po kraju.

p. Krajoznawstwo.

Zoologja.

271 Bölsche W. Szkice zoologiczne, opracował Dr. P. Jankowski. Cz. I. Rybosalamandra. Małpolud, z 13 ryc. —30
360. — — Cz. II. Z dziejów świata zwierzęcego pod biegunem. Ichtiosaurus (Rybojaszczur) —25
570. — — Cz. III. Prahistorja żołądka. ——
16. Brehm. Z życia zwierząt: Zwierzęta ssące. —15
80. — Z życia zwierząt: Ptaki, przeł. M. A. —15
328. Dyakowski B. Wskazówki do hodowli motyli oraz urządzania zbiorów, z 17 rysunkami. —15
40. — Zwierzęta współbiesiadnicze. —10
482. Marschal W. Broń zaczepna i odporna u zwierząt. Tłumaczył L. Zieliński, z rycinami. —30
208. Motyle. Atlasik kieszonkowy, 129 rysunków kolor. —40
209. Owady. Atlasik kieszonkowy, 129 rysunków kolor. —40
533. Ptaki. Atlasik kieszonkowy z 32 tablicami barwnemi i opisami. Podług Oskara M. Kisch, opracowała M. Arct-Golczewska. —50
367. Ptaki śpiewające. Atlasik kieszonkowy, —40
523. Ryby. Atlasik kieszonkowy, rozkładany. 12 tablic kolorowych, z tekstem objaśniającym. —50
149. Urbanowicz F. Zwierzęta pod względem budowy ciała, z 54 rysunkami —25
268. Zwierzęta ssące. Atlasik kieszonkowy. —40

p. Literatura polska i powszechna. Filozofja.

33. Brzozowski St. Jędrzej Śniadecki, życie i dzieła. —20
58. — Józef Kremer jako pisarz, filozof i estetyk, szkic krytyczny. —15
169. — Jan Śniadecki, życie i dzieła. —25
515. Nawroczyński B. Mikołaj Kopernik. Szkic. —15

BIBLJOTECZKA DZIEŁ SPOŁECZNO-EKONOMICZNYCH

pod redakcją Dr. Zofji Daszyńskiej-Golińskiej.

Serja I. EKONOMIŚCI POLSCY.

1. Skarbek Fryderyk hr. Ogólne zasady nauki gospodarstwa narodowego. —50
2. Supiński Józef. Szkoła polska gospodarstwa społecznego. —50
3. Kamieński Henryk. Filozofja ekonomji materjalnej ludzkiego społeczeństwa. —50
4. Hoene-Wroński. Wybór pism ekonomicznych. Tom I. Mylne systemy ekonomji politycznej: Merkantylizm, Fizjokratyzm. —50
5. — Tom II. System ekonomiczno przemysłowy Ad. Smitha — Wstęp do ekonomji politycznej. —50
6. Stroynowski Walerjan. Ekonomika powszechna krajowa narodów. —50
7. Stroynowski Hieronim Ks. Nauka prawa przyrodzonego, politycznego, ekonomiki politycznej i prawa narodów. ——
8. Nax. Wykład początkowy prawideł ekonomiki politycznej. ——
9. Kołłątaja Hugona Socjologiczno-ekonomiczne poglądy. —50
10. Staszyca Stanisława Poglądy ekonomiczno-społeczne. ——

9.	Brodziński K.	Wiesław. Sielanka.	—05
53.	—	Wybor poezji.	——
34.	Glatman L.	Wielka wojna.	—60
10.	Goszczyński S.	Sobótka.	—05
54.	Kochanowski J. K.	Odprawa posłów greckich.	——
55.	—	Poematy.	——
56.	—	Sobótka. Treny.	——
57.	—	Pieśni (wybrane).	——
58.	—	Fraszki (wybrane).	——
7.	Konopnicka M.	Ziemie polskie. Krajobraz.	—20
33.	Korzen T.	Grunwald.	—12
11.	Krasicki J.	Bajki.	—10
30.	—	Satyry.	—12
19.	Krasiński Z.	Przedświt.	—05
21.	—	Psalm miłości.	—07
31.	—	Irydjon.	——
32.	—	Poezje liryczne. Cz. I.	—10
36.	—	— — Cz. II.	—10
37.	—	— — Cz. III.	—10
38.	—	Noc letnia.	—12
47.	—	Niebeska Komedja.	——
24.	Lenartowicz T.	Lirenka. Cz. I.	—05
25.	—	— Cz. II.	—05
8.	Malczewski A.	Marja. Powieść.	—12
26.	Mickiewicz A.	Bajki i Powiastki.	—05
2.	—	Grażyna. Powieść litewska.	—06
4.	—	Sonety Krymskie, Farys, Szanfary, Almotenabbi.	—10
3.	—	Konrad Wallenrod.	—10
28.	—	Ballady i Romanse.	—12
48.	—	Poezje liryczne. Cz. I.	——
49.	—	— — Cz. II.	——
50.	—	— — Cz. III.	——
51.	—	— — Cz. IV.	——
52.	—	Giaur.	——
18.	Niemcewicz J. U.	Śpiewy historyczne.	—15
12.	Pol W.	Mohort.	—15
17.	-	Pieśń o ziemi naszej.	—05
46.	Skarga Piotr Ks.	Kazania sejmowe.	—50
5.	Słowacki J.	Anhelli.	—10
13.	—	Ojciec zadżumionych. Piramidy.	—08
27.	—	W Szwajcarji. Erotyki.	—10
35.	—	Poezje religijne.	—08
39.	—	Poezje liryczne. Cz. I.	—08
40.	—	— — Cz. II.	—08
41.	—	— — Cz. III.	—10

42. Słowacki J. Genezis z ducha. —15
43. — Zawisza Czarny. —25
44. — Wybór listów. Cz. I. —25
45. — — — Cz. II. —25
14. Syrokomla Wł. Janko cmentarnik. —07
15. — Urodzony Jan Dęboróg. —10
23. — Kęs chleba. —07
22. — Ułas. —10
16. Zieliński G. Kirgiz. —08

LITERATURA POLSKA

Feldman W. Współczesna literatura polska. Wyd. V. 3.20 w oprawie 4.—

— Współcześni pisarze polscy w najcelniejszych wyjątkach. 1.80, w opr. 2.40

Król K. i Nitowski J. Historja literatury polskiej. Wyd. IV, przejrzane i poprawione. 1.80, w opr. 2.20

Nitowski J. Zarys historji literatury polskiej. 1.—, w opr, 1.20

Nowicki W. Nasi pisarze w najpiękniejszych wyjątkach. Tom I. Literatura Przedmickiewiczowska. w opr. 1.80

— — Tom II. Literatura Mickiewiczowska i nowożytna, opr. 1.80

Pilat R. Dr. Historja Literatury Polskiej. Wykłady uniwersyteckie, opracowane przez komitet profesorów z Dr. W. Bruchnalskim na czele. Całość obejmuje 8 tomów w 80 zeszytach. Zeszyt —60

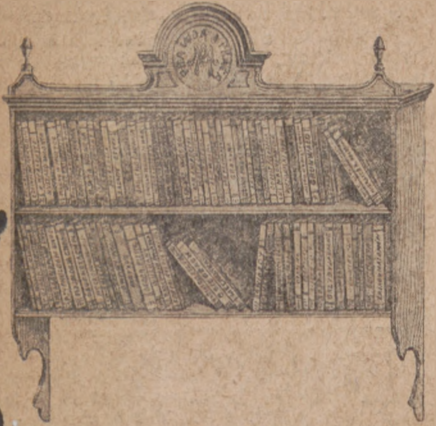
— — Tom II. Cz. I. Historja poezji polskiej w. XVI i w trzech pierwszych dziesiątkach lat w. XVII (1500—1632). Rej.—Kochanowski. W opracowaniu Dr. W. Bruchnalskiego i Dr. St. Kossowskiego. 2.— w opr. 2.50

— — Tom II. Cz. II. Historja poezji polskiej. Następcy i naśladowcy Kochanowskiego. W opracowaniu St. Kossowskiego. 1.80, w opr. 2.40

— — Tom III. Historja poezji polskiej XVII — XVIII w. (od r. 1632 — 1740). W opracowaniu Dr. L. Bernackiego. 2.— w opr. 2.60

— — Tom IV. Cz. I. Historja poezji polskiej XVIII w. Czasy Stanisława Augusta (1764 — 1795). W opracowaniu Dr. Ludwika Bernackiego. 2.40, w opr. 3.—

— — Tom IV. Cz. II. Historja poezji polskiej XVIII—XIX w. Czasy porozbiorowe i Księstwa Warszawskiego (1795 — 1815). W opracowaniu Dr. K. Wojciechowskiego. 1.60, w opr. 2.20



PÓŁECZKI DĘBOWE

do „KSIĄŻEK DLA WSZYSTKICH"

o dwóch przedziałach (jak rysunek)	szer.	35 cm.	rb.	2.50
	„	53 „	„	3.—
o trzech przedziałach	„	35 „	„	3.50
	„	53 „	„	4.—